

Analytische Budgetierung der Instandhaltungskosten einer Produktionsanlage

Diplomarbeit

von

cand. ing. Lechner Markus



eingereicht am

Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
der
Montanuniversität Leoben

Leoben,

im

September

2001

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Informationen und Quellen nicht benützt und die den verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Leoben, im September 2001

Markus Lechner

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wäre ohne die Unterstützung zahlreicher Personen, bei denen ich mich herzlich bedanken möchte, nicht zustande gekommen:

Herzlicher Dank gilt Herrn Ing. Marc Gruber und Herrn Andreas Döttinger, die mir in ihren Funktionen bei der Firma Egger hilfreiche Unterstützung gaben.

Besonders möchte ich dem Vorstand des Instituts für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften O. Univ.-Prof. Hubert Biedermann danken, der mir die Diplomarbeit ermöglicht hat.

Meinem Betreuer Dipl.-Ing. Rupert Baumgartner möchte ich für die sehr konstruktive, kompetente und fachliche Unterstützung danken, die er mir während der gesamten Arbeitszeit zukommen ließ.

Mein größter Dank gebührt meiner Frau, die mich in vielerlei Hinsicht immer unterstützt hat.

INHALTSVERZEICHNIS

1	THEORETISCHER TEIL.....	7
1.1	ZIEL DER DIPLOMARBEIT	7
1.2	DER BEGRIFF ANLAGENWIRTSCHAFT	7
1.3	GRUNDLAGEN DER INSTANDHALTUNG	8
1.4	BEDEUTUNG DER INSTANDHALTUNG	12
1.4.1	<i>Betriebswirtschaftliche Ursachen</i>	13
1.4.2	<i>Volkswirtschaftliche Ursachen</i>	14
1.4.3	<i>Technologische Ursachen</i>	14
1.5	STRATEGIEN DER INSTANDHALTUNG	15
1.6	WIRTSCHAFTLICHKEIT DER INSTANDHALTUNG	18
1.6.1	<i>Beurteilungsgrößen der Instandhaltungswirtschaftlichkeit</i>	18
1.6.2	<i>Traditionelles Wirtschaftlichkeitsmodell</i>	19
1.6.3	<i>Zielsetzungen in der Instandhaltung</i>	21
1.6.4	<i>Definition der Zielelemente</i>	25
1.6.4.1	Sicherheit	25
1.6.4.2	Verfügbarkeit	26
1.6.4.3	Zuverlässigkeit.....	27
1.6.4.4	Instandhaltungskosten.....	27
1.7	GRUNDLAGEN DER INSTANDHALTUNGSKOSTENRECHNUNG.....	28
1.7.1	<i>Unterteilung der Instandhaltungskosten</i>	30
1.7.2	<i>Kostenerfassung und -auswertung</i>	32
1.8	BUDGETIERUNG VON INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	35
1.8.1	<i>Aushandeln von Instandhaltungskostenbudgets</i>	35
1.8.2	<i>Kennzahlenorientierte Festlegung des Instandhaltungsbudgets</i>	36
1.8.2.1	Werte aus Betriebsvergleichen als Basis von Kostenvorgaben	36
1.8.2.2	Instandhaltungskosten zurückliegender Perioden als Basis.....	37
1.8.2.3	Anlagenwertorientierte Kostenvorgaben	38
1.8.2.3.1	Anschaffungswertbezogene Kostenvorgaben.....	39
1.8.2.3.2	Wiederbeschaffungswertbezogene Kostenvorgaben	41
1.8.3	<i>Bedarfsorientierte Planungsansätze</i>	44

1.9	SYSTEMS ENGINEERING	53
1.9.1	<i>Vorgehensprinzipien des Systems Engineering</i>	55
1.9.2	<i>Problemlösungszyklus</i>	56
1.9.3	<i>Situationsanalyse</i>	58
1.9.4	<i>Zielformulierung</i>	59
1.9.5	<i>Konzeptsynthese und Konzeptanalyse</i>	60
1.9.6	<i>Beurteilung und Entscheidung</i>	61
2	PRAKTISCHER TEIL.....	64
2.1	FIRMENPROFIL DER FIRMA EGGER	64
2.2	ISTZUSTAND DER BUDGETIERUNG	64
2.3	ZIELFORMULIERUNG	65
2.4	KONZEPTSYNTHESE UND –ANALYSE	65
2.5	ENTSCHEIDUNG ZUR AUSWAHL DER BUDGETIERUNGSMETHODE.....	67
2.6	SYSTEMABGRENZUNG.....	67
2.7	VORGEHENSWEISE	68
2.8	ANALYSE DER PARAMETER:	69
2.8.1	<i>Bereich Trockenspanbunker bis Conti-Roll</i>	70
2.8.1.1	Anlagenalter:.....	71
2.8.1.2	Pressenlänge:	71
2.8.1.3	Produktionszeit	71
2.8.1.4	Produzierte Laufmeter	72
2.8.1.5	Produzierte Fläche	72
2.8.1.6	Produziertes Volumen.....	72
2.8.2	<i>Bereich Schleiferei</i>	74
2.8.2.1	Anlagenalter:.....	74
2.8.2.2	Produktionszeit	74
2.8.2.3	Produzierte Laufmeter	74
2.8.2.4	Produzierte Fläche	74
2.8.2.5	Produziertes Volumen.....	74
2.8.2.6	Produziertes Volumen/ produzierte Fläche.....	75
2.8.2.7	Produziertes Volumen/ produzierte Laufmeter.....	75
2.9	ERSTELLEN EINES BUDGETIERUNGSMODELLS.....	77
2.9.1	<i>Bedarfsorientiertes Budgetierungsmodell</i>	77
2.9.2	<i>Conti-Roll</i>	80

2.9.3	<i>Schleiferei</i>	85
2.10	INTERPRETATION UND AUSBLICK	88
2.11	ZUKÜNFTIGE ANWENDUNG.....	92
2.12	ZUSAMMENFASSUNG	93
2.13	LITERATURVERZEICHNIS.....	95
2.14	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	98
2.15	ANHANG	101
2.15.1	<i>Begriffsdefinitionen</i>	101
2.15.2	<i>Diagramme</i>	108

1 Theoretischer Teil

1.1 Ziel der Diplomarbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, ein Modell einer analytischen Budgetierung für die Firma Egger in St. Johann in Tirol aufzustellen. Die derzeitige Budgetierung der Instandhaltungskosten erfolgt durch Schätzungen, deren Basis die letzten Geschäftsjahre bilden. Diese Methode ist nicht zielführend, da das geplante Budget vom tatsächlichen Budget teilweise erheblich differiert. Die Großreparaturen (außerordentliche Instandhaltung) wurden überschlägig geschätzt und in die Planperiode miteinbezogen. Die Methode ist wegen des hohen Konkurrenzdruckes nicht mehr zeitgemäß.

Mit dieser Arbeit soll versucht werden, eine neue, auf Gesetzmäßigkeiten beruhende Budgetierung der Instandhaltungskosten zu erstellen. Durch Regressionsanalysen soll untersucht werden, ob die Instandhaltungskosten der jeweiligen Unterbereiche Gesetzmäßigkeiten unterliegen.

Da die Instandhaltungsabteilung sämtliche Anlagen am Standort zu betreuen hat, galt es einen repräsentativen Anlagenbereich zu finden, um von diesem Bereich die Budgetierung –auf analytische Weise- durchzuführen. Der Bereich wurde in 2 Unterbereiche gegliedert (Conti-Roll und Schleiferei), um die Instandhaltungsleistungen detaillierter zu betrachten. Um einen besseren Überblick zu den erwähnten Bereichen zu erhalten wurde ein Produktionsflussdiagramm (Anhang) erstellt.

Im folgenden Kapitel wird zum besseren Verständnis der Arbeit auf die notwendigen theoretischen Grundlagen der Anlagenwirtschaft eingegangen. Definitionen der verwendeten Fachbegriffe befinden sich im Anhang.

1.2 Der Begriff Anlagenwirtschaft

Vor dem Hintergrund einer fortschreitenden Automatisierung in der Produktion und zunehmender Durchdringung der Unternehmen mit EDV bei paralleler

kostensteigender Tarifentwicklung des Personals, kommt dem Anblick des Produktionsfaktors „Anlage“ als „Gesamtheit der technischen Mittel eines Systems¹“ eine wichtige Stellung zu. Die Anlage wird im Produktionsprozess eines Betriebes als elementarer Produktionsfaktor (Betriebsmittel) zur Erstellung von Leistungen genutzt. Die organisatorische Bündelung aller mit Anlagen verbundener Tätigkeiten führt - entsprechend der Personal- oder Materialwirtschaft - zu dem Konzept einer Anlagenwirtschaft. Die Anlagenwirtschaft beschäftigt sich mit der Planung, Realisierung und Überwachung aller Maßnahmen oder Tätigkeiten, die sich auf Anlagen beziehen. Anlagenwirtschaft und Anlagenmanagement umfassen dabei alle Phasen des Anlagenlebenszyklus von der Projektierung bis zur Ausmusterung.²

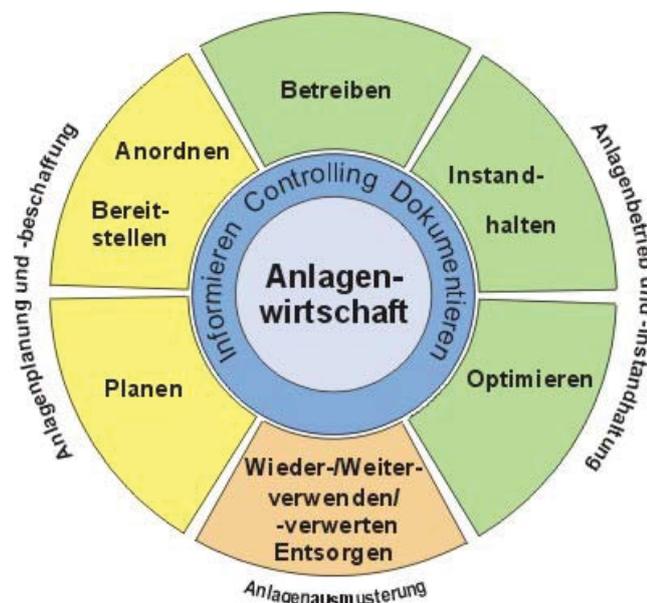


Abbildung 1 : Anlagenwirtschaftskreis³

1.3 Grundlagen der Instandhaltung

Die gesamten Produktionseinrichtungen als technische Anlagen unterliegen im Zeitablauf der Alterung als auch während der betrieblichen Nutzung dem Verbrauch von Abnutzungsvorrat, der Abnutzung. Die Aufgabe der Instandhaltung

¹ Vgl. ÖNORM M8100 Seite 7

² Vgl. < www.iquni-hannover.de > Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

³ < www.iquni-hannover.de > Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

ist es, die Funktionsfähigkeit der Maschinen im normalen Zustand zu gewährleisten oder sie wieder in diesen „normalen“ Zustand zu bringen. Dazu wird in der Regel dem Fortschritt der technologischen Entwicklung Rechnung getragen und es werden Verbesserungen im Anlagensystem durchgeführt, die den Verbrauch von Abnutzungsvorrat verbessern. Weit auseinander gehen jedoch die Meinungen, welche Aufgaben zur Instandhaltung zu zählen sind und wie sie zu klassifizieren sind. Da es sinnvoll ist, unterschiedliche Auffassungen und Auslegungen der Grundbegriffe der Instandhaltung zu vereinheitlichen, wurden diese durch die DIN 31051 Blatt 1 bzw. durch die ÖNORM M 8100⁴ festgelegt.⁵

In der ÖNORM M 8100 wird die Instandhaltung definiert als „Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des jeweils angestrebten Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes von technischen Mitteln eines Systems“.⁶

Wie in der Abbildung 2 erkennbar ist, orientiert sich die Instandhaltung am Ist- und Soll-Zustand des Produktionsfaktors Anlage (wie auch andere Produktionsfaktoren (z.B. Mensch, Material) ist dieser unvermeidbar und unumkehrbar am erzeugten Produkt beteiligt). Anlagen erfahren also während ihrer Nutzung zwangsläufig der Abnutzung als eine gemeinsame, umfassende Bezeichnung aller Vorgänge, durch die der Produktionsfaktor Anlage gemindert wird. Anlagen besitzen zur Erfüllung der in sie gesetzten Erwartungen eine bestimmte Vorratsmenge an Abnutzungsvorrat. Diese Vorratsmenge wird im zeitlichen Ablauf infolge mehrerer, sehr komplexer Einflüsse abgebaut. Dieser Verlauf der Veränderung der stofflich-technischen Beschaffenheit von Anlagen (allgemein Betriebsmitteln) wird als Abnutzung bezeichnet. Die Abnutzung umfasst alle Vorgänge, durch die die Menge der Funktionserfüllung (Erfüllen der vom Verwendungszweck

⁴ Die ÖNORM M 8100 wird ab August 2001 durch die inhaltlich gleiche EN 13306 ersetzt.

⁵ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 20

⁶ Vgl. ÖNORM M8100 Seite 2

vorgesehenen Aufgabe) einer Betrachtungseinheit (nach Art und Umfang vom Betrachter abzugrenzender Gegenstand der Betrachtung) aufgebraucht wird.⁷

Die weiteren Maßnahmen und deren Begriffsinhalte werden, wie in Abbildung 2 dargestellt, gegliedert.

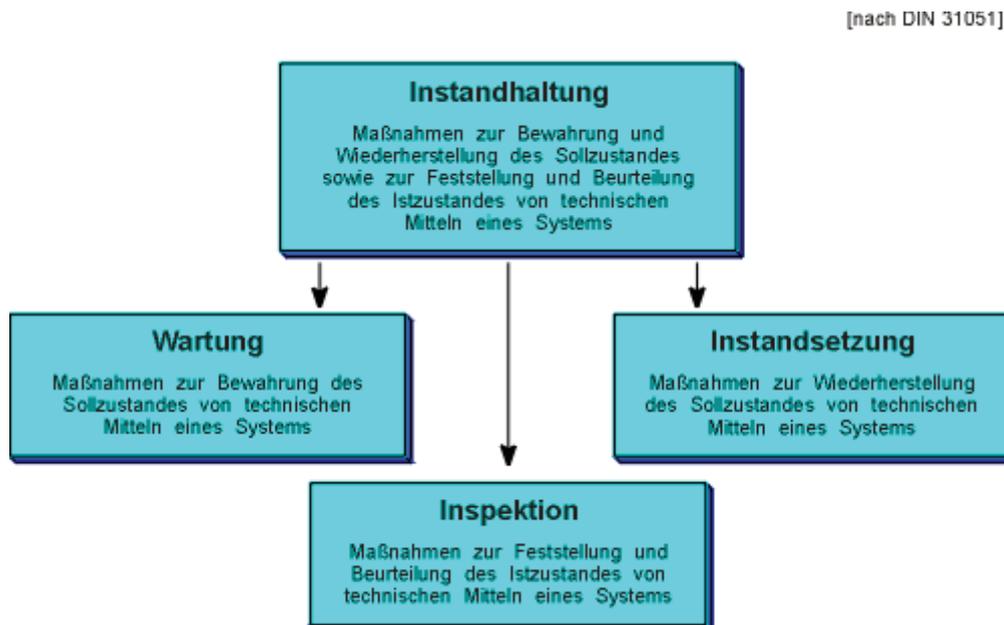


Abbildung 2: Gliederung der Begriffe und Aufgabenfelder der Instandhaltung⁸

Zu den Ursachen der Veränderung des Abnutzungspotentials zählen:⁹

1. Mechanische Einwirkungen durch
 - Reibung (Verschleiß)
 - Schwingungen, Wechselbeanspruchungen (Ermüdung)
 - Ablagerungen (Verschmutzung)
2. Chemische Einwirkungen durch
 - Korrosion

⁷ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 21

⁸ Vgl. ÖNORM M8100 Seite 2f

⁹ Vgl. BECKMANN; G.: Instandhaltung von Anlagen, Dt. Verl. Für Grundstoffindustrie, Leipzig 1994, Seite 74 ff

- Elektro-chemische Veränderung
3. Thermische Einwirkungen durch
- Strahlung

Hier wird ersichtlich, dass der Verschleiß nur eine Ursache der Abnutzung ist.

Der abnehmende Eignungswert der durch den technischen Fortschritt der Betrachtungseinheit (Anlage) entsteht, ist im Zeitablauf unabhängig von der Abnutzung und damit von derselben zu trennen. Diese Wertminderung wird als moralischer Verschleiß ausgedrückt und ist bei der Entscheidung über die Wiederherstellung des Abnutzungsvorrates oder bei der Verschrottung von Betriebsmitteln zu berücksichtigen.¹⁰

Das Ziel der Instandhaltung ist es, durch abnutzungshemmende und abnutzungsbeseitigende Maßnahmen den Abbau des Abnutzungsvorrates der Anlagen während der Verwendungszeit von Betriebsmitteln zu minimieren, und zwar:¹¹

1. Durch die Vorsorge dafür, dass der Abbau des Abnutzungsvorrates während der nutzbaren Lebenszeit durch geeignete Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird (**Wartung**).
2. Erkennen, wie und warum der Abbau fortschreitet (**Inspektion**).
3. Eintretenden Abbau ausgleichen, den Abnutzungsvorrat wieder auffüllen, (**Instandsetzung**).

Das Auffüllen des Abnutzungsvorrates geschieht bis zu jeweils vorher zu definierenden Grenzen, die nicht dem Neuzustand entsprechen müssen, und stark von den Anforderungen an die Betriebsbereitschaft beeinflusst sein können. Das

¹⁰ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 21

¹¹ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 22

Auffüllen kann sogar über den Neuzustand hinausgehen (Verwendung besserer Werkstoffe, verbesserte Technologie etc.).¹²

Entsprechend dem Fortschritt der technologischen Entwicklung werden über dieses definierte Anlagenspektrum hinaus Verbesserungen im Anlagensystem durchgeführt, die den Verbrauch von Abnutzungsvorrat besser gestalten oder gegebenenfalls die Leistungsfähigkeit der Anlage erhöhen. Bei der Erfüllung einer planvollen Instandhaltungspolitik werden über diese Aufgabe hinaus auch Bereitschaftsleistungen erbracht, um bei Ausfällen durch sofortiges Eingreifen Ausfallkosten zu verhindern oder zu vermindern. Neben der Geheimhaltung eigener Verfahren und der Entwicklung und dem Schutz verfahrens- und anlagentechnischen Know how's kann in den Ausfallkosten der Grund für werkseigene Instandhaltungsabteilungen gesucht werden. Aus gleichen Gründen, nämlich der Verkürzung der Wartezeit bei einem Anlagenausfall, werden Ersatzteile bereitgehalten. Vielfach sind technisch-ökonomische Entscheidungen für den optimalen Einsatz von knappen Ressourcen wie Personal und Material zu treffen, um die Gewährleistung dieses weit gespannten Aufgabenfeldes zu ermöglichen. Damit zeigt sich die Instandhaltung als umfassendes, technisch-ökonomisches Aufgabenfeld, das den Einsatz interdisziplinärer Lösungspotentiale notwendig macht.¹³

1.4 Bedeutung der Instandhaltung

Heute liegt die Instandhaltung mehr denn je im Spannungsfeld der Interessen, weil die Produktivitätsreserven weitgehend ausgeschöpft, die Personalkosten sehr hoch sind und der Drang zur effizienten Energie- und Rohstoffverwendung in allen Sparten der Technik gegeben ist.¹⁴

¹² Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 22

¹³ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 21f

¹⁴ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfolgsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985, Seite 1

Die Gründe für die steigende Bedeutung der Instandhaltung lassen sich in betriebswirtschaftliche, volkswirtschaftliche und technologische Faktoren gliedern (Abbildung 3).¹⁵

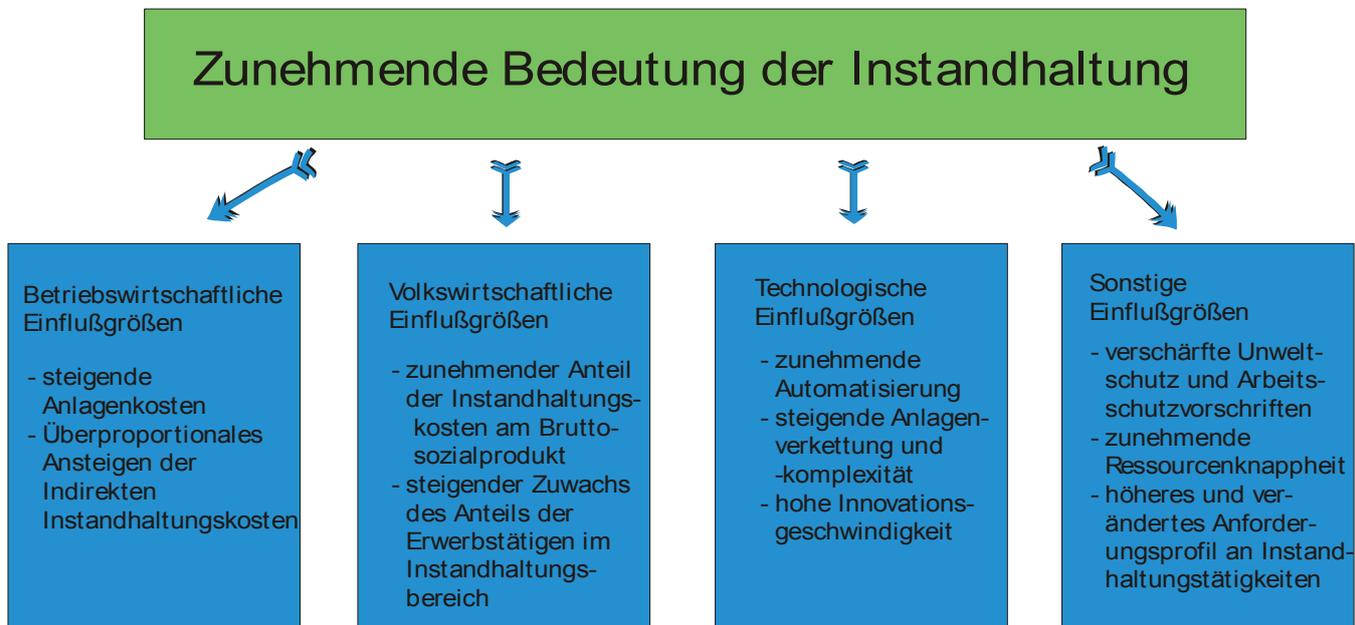


Abbildung 3: Ursachen der zunehmenden Bedeutung der Instandhaltung¹⁶

1.4.1 Betriebswirtschaftliche Ursachen

Durch die technische Weiterentwicklung erreichte Leistungssteigerung und der gesteigerten Automatisierung erhöht sich der Kapitaleinsatz für die Produktionsanlagen beträchtlich.¹⁷

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Instandhaltungskosten im Vergleich zu den Produktionskosten überproportional steigen.¹⁸

¹⁵ Vgl. KLEIN, W.: Optimale Planung und Steuerung der Instandhaltung Verlag TÜV Rheinland, Köln 1988, Seite 3

¹⁶ Vgl. KLEIN, W.: Optimale Planung und Steuerung der Instandhaltung Verlag TÜV Rheinland, Köln 1988, Seite 2

¹⁷ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfolgsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985, Seite 1

¹⁸ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfolgsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985, Seite 2

Von 1998 bis 2000 stiegen die Instandhaltungskosten in der zur Holzindustrie vergleichbaren Papierindustrie um 18%.¹⁹

1.4.2 Volkswirtschaftliche Ursachen

Als gesamtwirtschaftlicher Kostenfaktor sind die Aufwendungen für die Instandhaltung von großer Bedeutung. Der Instandhaltungsaufwand für das Anlagevermögen der Bundesrepublik Deutschland stieg nach einer Schätzung des DKIN (Deutsches Komitee für Instandhaltung) von 99,1 Mrd. DM (1977) auf 130 Mrd. DM (1983).²⁰

1.4.3 Technologische Ursachen

Die Komplexität und Leistungsfähigkeit der Produktionsanlagen hat sich durch den Einsatz elektronischer Bauteile deutlich erhöht. Damit wird selbst für kleinere Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen ein besonderes Fachwissen des Ausführenden notwendig, welches aufgrund der Innovationsgeschwindigkeit in der Anlagentechnologie ständig aktualisiert werden muss.²¹

Die gestiegenen Ansprüche an das Instandhaltungspersonal führen bei der Personalstruktur zu einer stärkeren Spezialisierung bzw. höheren Qualifizierung. Gerade in modernen Produktions- und Logistikkonzepten wie "Lean Production" und "Just-In-Time" lastet die Verantwortung auf der Instandhaltung. Ausfälle in einer Anlage bzw. Maschine können oft ganze Fertigungsstrassen lahmlegen und ziehen oft Folgeschäden nach sich. Dadurch ergeben sich entgangene Gewinne die häufig beträchtlich unterschätzt werden.²²

¹⁹ STATISTISCHES BUNDESAMT: Fachserie 4, Reihe 3.1 Wiesbaden 2000, Seite 256

²⁰ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfolgsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985, Seite 2

²¹ Vgl. KLEIN, W.: Optimale Planung und Steuerung der Instandhaltung Verlag TÜV Rheinland, Köln 1988, Seite 3

²² Vgl. MÄNNEL, W.: Anlagenausfallkosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 735

1.5 Strategien der Instandhaltung

Die Instandhaltungsstrategie gibt an, welche Instandhaltungsmaßnahmen (Warten, Inspektionen oder Instandsetzungen) zu welcher Zeit und für welche der zu betreuenden Anlagen durchzuführen sind. Tätigkeitsarten sind das Warten oder Inspizieren von Anlagen und Elementen, das vorbeugende Austauschen von Elementen sowie das Instandsetzen von erwarteten oder unerwarteten Schäden.²³

Hier sei auch erwähnt, dass jede Forderung nach hoher Anlagenverfügbarkeit genau zu prüfen ist, da sie mit steigenden Instandhaltungsaufwendungen einhergeht.²⁴

Im Zuge einer Gesamtkostenminimierung lassen sich zwei mögliche konkurrierende Firmenpolitiken festlegen:²⁵

- Verfolgen einer bestimmten Anlagenverfügbarkeit bei gleichzeitiger Minimierung der Vorbeugungskosten und der Kosten der Ausfallbeseitigung,
- Festlegen eines Budgets für die Vorbeugekosten und Instandhaltungskosten sowie Maximierung der damit erzielbaren Fertigungssicherheit.

Die Wahl des Zeitpunktes kann systematisch oder unsystematisch sein. "Systematisch" kann zeitlich variabel oder periodisch sein. "Zeitlich variabel" lässt sich weiter unterteilen in "nach Inspektion" und "sequentiell". "Unsystematisch" bedeutet fallweise oder extensiv (jeweils bei Bedarf oder Schaden). Die Festlegung der Maßnahmenssequenzen erfolgt nach Zustandskontrolle, Art der Belastung, Alter etc.²⁶

²³ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 57

²⁴ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfolgsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985, Seite 7

²⁵ Vgl. SCHELO, S. J.: Integrierte Instandhaltungsplanung und -steuerung mit elektronischer Datenverarbeitung Erich Schmidt Verlag, Berlin 1972, Seite 140

²⁶ Vgl. < www.iquni-hannover.de > Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

Es lassen sich **drei Grundstrategien** unterscheiden.²⁷

- die ausfallbedingte Strategie,
- die Präventivstrategie und
- die zeitabhängige Inspektionsstrategie.

Eine Übersicht über die Vor- und Nachteile und Anwendungsgebiete der einzelnen Grundstrategien ist Abbildung 4 zu entnehmen.

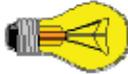
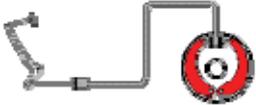
Anwendungsgebiete	Strategie	Vorteile	Nachteile
	• ausfallbedingt "Auswechsell" Strategie"	• volle Nutzung der Bauelementebestandteile • geringe Planung • geringer Prozessbedarf	• hohes Risiko • keine Planbarkeit
	• planmäßig vorbeugend "Präventivstrategie"	• hohe Zuverlässigkeit • Planbarkeit	• Wartungsprozess erforderlich • eingeschränkte Bauelementebestandteile • Planungsaufwand
	• zustandsorientiert vorbeugend "Inspektionsstrategie"	• hohe und termingerechte Verfügbarkeit • Nutzung der Bauelementebestandteile • Planbarkeit	• Inspektionsprozess erforderlich • erhöhter Planungsaufwand

Abbildung 4: Vor- und Nachteile der Instandhaltungsstrategien²⁸

Die **ausfallbedingte Strategie**²⁹ kann angewendet werden, wenn die Anlage nur wenig genutzt wird, wenn durch vorzeitigen Ersatz keine größeren Zuverlässigkeiten oder Verfügbarkeiten durch einen neuen Bauteil erreicht werden. Bei dieser Methode werden die niedrigstmöglichen Bauteil- bzw. Ersetzungskosten pro Nutzungsperiode erreicht. Diese Strategie wird

²⁷ Vgl. TREML C.: Instandhaltungsstrategien – Allgemeine Grundlagen, Strategievarianten und Strategiebestimmung, Studienarbeit am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften der Montanuniversität Leoben, Leoben 1990, Seite 17

²⁸ < www.iquni-hannover.de > Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

²⁹ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 68

angewendet, wenn die Ausfallkosten vernachlässigbar sind oder es sich um sehr teure Bauteile handelt.

Die **Präventivstrategie**³⁰ findet Verwendung, wenn eine Anlagenerneuerung ohne vorausgegangenen Anlagenausfall vorgesehen ist. Voraussetzungen dafür sind:

- wenn das Ausfallsverhalten des Anlagenteils bekannt ist,
- wenn die Lebensdauervertellung bei diesem Teil eine stetig steigende Ausfallrate aufweist,
- wenn die erwarteten Kosten einer Erneuerung nach einem Ausfall einschließlich der zugehörigen Folgekosten größer sind als die einer präventiven Erneuerung mit ihren Folgekosten.

Die **zeitabhängige Inspektionsstrategie**³¹ wird auch als Zustandstrategie bezeichnet. Bei dieser Strategie wird der tatsächliche Bauteilzustand analysiert und daraus der optimale Zeitpunkt für die Instandsetzung abgeleitet. Diese Strategie findet Verwendung, wenn der Abnutzungsvorrat messbar ist und findet nur bei Bauteilen Anwendung, die eine ansteigende Ausfallneigung zeigen. Dadurch wird eine bessere Lebensdauernutzung des Bauteils erzielt.

Um den Ausfallzeitpunkt zu bestimmen ist ein ständiger Soll-Ist-Vergleich des Abnutzungsvorrates notwendig. Dabei ist zu achten, dass der Aufwand für die Ermittlung des Verschleißverhaltens in wirtschaftlichen Grenzen bleibt. Mit Hilfe einer geeigneten Software kann eine ständige Aktualisierung des Instandhaltungsintervalls erfolgen, damit der Zeitpunkt für die nächste Instandsetzung festgelegt werden kann.³²

³⁰ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 70

³¹ Vgl. TREML C.: Instandhaltungsstrategien – Allgemeine Grundlagen, Strategievarianten und Strategiebestimmung, Studienarbeit am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften der Montanuniversität Leoben, Leoben 1990, Seite 18

³² Vgl. TREML C.: Instandhaltungsstrategien – Allgemeine Grundlagen, Strategievarianten und Strategiebestimmung, Studienarbeit am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften der Montanuniversität Leoben, Leoben 1990, Seite 18 f.

Ein Optimum zwischen Wirtschaftlichkeit und Sicherheit lässt sich nur durch eine Mischung der Strategien erreichen.³³

1.6 Wirtschaftlichkeit der Instandhaltung

1.6.1 Beurteilungsgrößen der Instandhaltungswirtschaftlichkeit

Die Frage der Wirtschaftlichkeit in der Instandhaltung ist nicht einfach zu beantworten. Die kalkulatorische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verlangt nach einem Bezug zwischen Ertrag aus Leistungswerten und den für die Erstellung notwendigen Verbräuchen bzw. den Kosten.³⁴

Dieses Verhältnis soll möglichst groß, aber mindestens größer als 1, sein. Die Verbräuche sind eindeutig messbar und bewertbar. In ihrer primären Form bestehen sie aus Verbräuchen an:³⁵

- Personalstunden
- Stoffen
- Sachleistungen
- maschinellen Einrichtungen

Die Leistungswerte sind keiner direkten Messung zugänglich und daher schwer zu bewerten. Im Einzelnen sind das:

- Neuer Abnutzungsvorrat
- Vermeidung von Ausfallzeiten
- Vergrößerung der Verfügbarkeit
- Vermeidung von Folgeschäden

³³ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 76

³⁴ Vgl. BIEDERMANN, H., WOLFBAUER, J.: Wirtschaftlichkeitsfragen der Instandhaltung in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 761

³⁵ Vgl. BIEDERMANN, H., WOLFBAUER, J.: Wirtschaftlichkeitsfragen der Instandhaltung in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 761 f

Die Feststellung von neuem Abnutzungsvorrat ist sehr schwierig. Die Quantifizierung von vermeidbaren Folgeschäden und Störzeiten ist nur sehr ungenau möglich.³⁶

Es ist eine Eigenart der Instandhaltungskosten, dass sie nicht zu dem Zeitpunkt anfallen, in dem der zugehörige Verschleiß entstanden ist. Dieser liegt unter Umständen Jahre zurück und beginnt erst bei der Nutzung der Anlage. Viele Arbeiten fallen nicht laufend an, sondern turnusmäßig. Typische Beispiele hierfür sind Motorenwechsel, Isolierungen, Schutzanstriche etc.³⁷

1.6.2 Traditionelles Wirtschaftlichkeitsmodell

Durch das Fehlen von Informationen auf der Leistungsseite und Bewertungsmaßstäben ist eine Erfolgsmaximierung in der Regel nicht erreichbar. Deshalb wird darauf hingezielt, die gesamten Aufwendungen für Instandhaltung, bezogen auf die Produktkosten, auf ein Minimum anzunähern. Die freie Variable, d.h. frei wählbare Größe in diesem Entscheidungsfeld, ist der Aufwand für Information über den nutzungsbedingten Zustand des Anlagensystems (Überwachung und Inspektion). Mit Hilfe dieser Informationen ist es möglich, geplante Instandhaltungsmaßnahmen zu setzen, d.h. Folgeschäden in den Anlagen sowie Störungskosten in bestimmten Maße zu vermeiden, bzw. vorzubeugen. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 5 dargestellt.³⁸

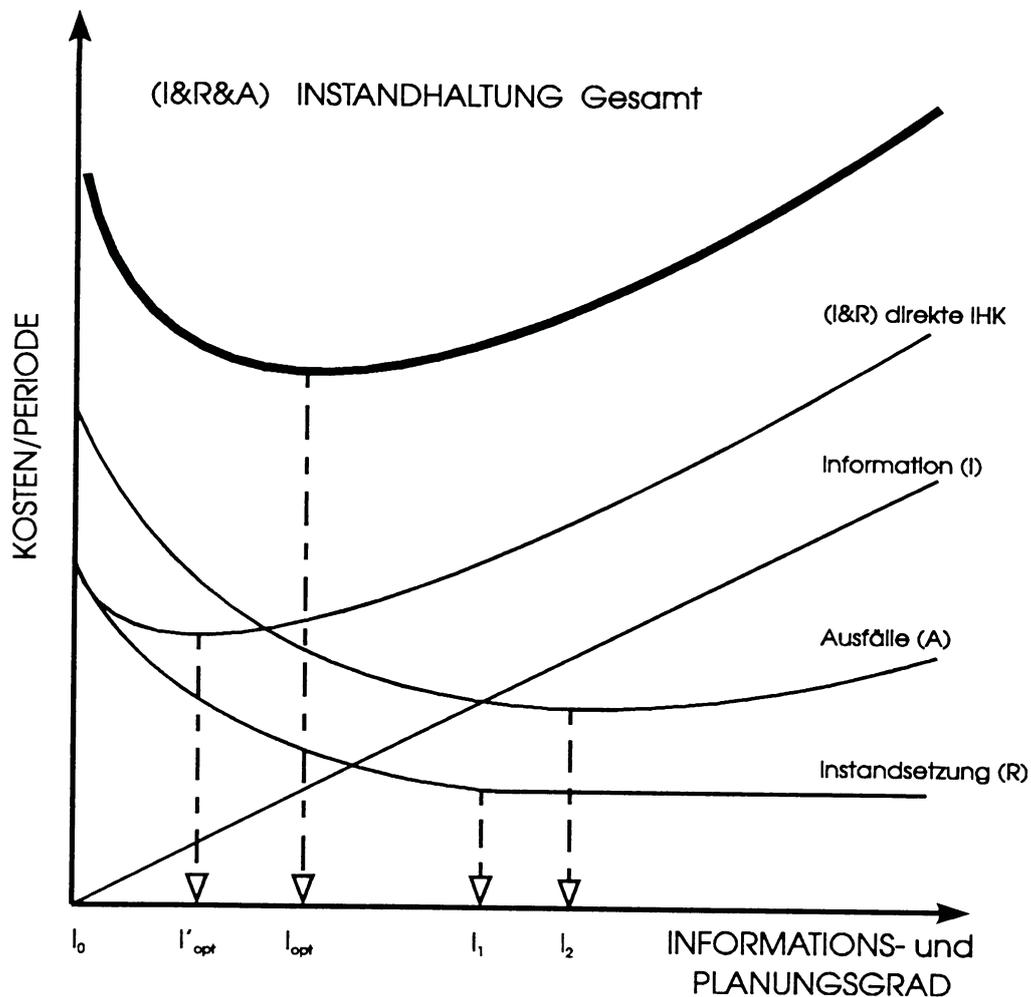
Wird nur nach Ausfall einer Anlage instandgesetzt (findet keine Überwachung statt), ist im Mittel über mehrer Perioden ein bestimmtes Instandsetzungsniveau und auch bestimmte Ausfallkosten zu erwarten ($I = I_0$). Werden zusätzliche Aufwendungen für Informationen getätigt, so stellt sich zu Beginn ein klarer Erfolg ein. Sowohl die Instandsetzungskosten werden durch Vermeidung von

³⁶ Vgl. BIEDERMANN, H., WOLFBAUER, J.: Wirtschaftlichkeitsfragen der Instandhaltung in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 762

³⁷ GIESBERT, H.: Erfassen und Überwachen von Instandhaltungskosten, München 1969, Seite 69

³⁸ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 33

Folgeschäden sinken, als auch Ausfallzeiten und die mit ihnen verbundenen Ausfallkosten werden vermindert.³⁹



- A Ausfälle
- I Information
- R Instandsetzung

Abbildung 5. Optimales Planungs- und Informationsniveau⁴⁰

³⁹ Vgl. BIEDERMANN, H., WOLFBAUER, J.: Wirtschaftlichkeitsfragen der Instandhaltung in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 761 f

⁴⁰ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 34

Die Instandsetzungskosten können ab einem bestimmten Informationsniveau ($I = I_1$) nicht mehr durch zusätzlichen Informationsaufwand und durch den darauf basierenden zusätzlichen Planungsaufwand gesenkt werden. Durch die zusätzlichen Informationen können mittels günstigerer Wahl der Eingriffszeitpunkte für Instandsetzungsmaßnahmen die Ausfallkosten jedoch noch weiter vermindert werden.

Der Produktionsablauf kann bei einer ungerechtfertigten Ausweitung der Informationsgewinnung auch gehemmt werden ($I > I_2$). Die damit verbundenen Anlagenstillstände während der Inspektionen bewirken zusätzliche Kapazitätsminderungen, welche den Ausfallkosten gleichgesetzt werden können. Beim Anstreben des Kostenminimums ist in Abbildung 5 ersichtlich, dass der Instandhaltung nicht nur die direkten Instandhaltungskosten sondern auch die Ausfallkosten im engeren Sinn zu berücksichtigen sind. Diesen Zusammenhang verdeutlichen der Punkte I_{Opt} (Kostenminimum der direkten Instandhaltungskosten) und I_{Opt} (Minimum aus direkten und indirekten Instandhaltungskosten).⁴¹

Das oben beschriebene Wirtschaftlichkeitsmodell hat einen wesentlichen Nachteil, der darin besteht, dass heute nur selten ein Unternehmen in der Lage ist, diese theoretischen Erkenntnisse in der betrieblichen Praxis als Führungsinstrument anzuwenden. Begründen lässt sich dies mit der schwierigen zusätzlichen Erfassung und Aufbereitung des entsprechenden Datenmaterials, wobei dieses so umfangreich sein müsste, dass ein empirischer Zusammenhang der einzelnen Einflussgrößen mit ausreichender Genauigkeit nachgewiesen werden kann.⁴²

1.6.3 Zielsetzungen in der Instandhaltung

In diesem Kapitel werden die Formalziele der Anlageninstandhaltung erörtert. Ehe das Unternehmensziel für den Bereich Anlageninstandhaltung verfasst wird, sollen die in der Instandhaltungsliteratur und –praxis oftmals genannten

⁴¹ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 34 f

⁴² Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 39

Maximierungs- und Minimierungsziele, die als Einzelzielsetzung oberste Priorität haben, aufgeführt und daraus ein Zielkatalog abgeleitet werden.⁴³

Einige häufig genannte Zielsetzungen sind:⁴⁴

- Kostenminimierung
- Maximale Anlagenverfügbarkeit
- Zuverlässigkeitsmaximierung
- Wirtschaftliche Durchführung der Anlageninstandhaltung
- Nutzungsdauermaximierung durch Erhaltung der Anlagenwerte

Außer diesen Einzelzielen werden auch Zielbündel genannt, wie zum Beispiel:

- Gewinnoptimierung
- Optimierung der Nutzungsdauer
- Optimierung der Instandhaltungskosten
- Kosten der vorbeugenden Instandhaltung in akzeptablem Verhältnis zu Kosten eines zu erwartenden Schadens

Ausgewählte Einzelziele werden zur Aufstellung des Zielsystems auf deren Komplementarität untersucht. Das Zielsystem der Anlageninstandhaltung soll dann mit möglichst wenigen konkurrierenden Zielen gebildet werden.⁴⁵

Abbildung 6 zeigt die Beziehungsmatrix der Formalziele der Instandhaltung, wobei in der Analyse komplementäre (+), konkurrierende (-) und indifferente (0) Zielbeziehungen unterschieden werden. Hier wird klar, dass die einzelnen Teilziele je nach unternehmensspezifischer Situation zur Gewinnmaximierung desselben beitragen können. Natürlich bildet auch hier wiederum die

⁴³ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 39

⁴⁴ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 39

⁴⁵ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 39

nicht vorbeugend instandgehalten und damit geplante Stillstände in Kauf genommen werden, zum anderen führt diese Minimierung zu vermehrten Anlagenausfällen und erbringt damit eine Abnahme an Anlagenverfügbarkeit.

Minimale indirekte Instandhaltungskosten verhalten sich komplementär zur Zuverlässigkeits- und Anlagenverfügbarkeitsmaximierung.

Die Minimierung der indirekten Instandhaltungskosten steht in Konkurrenz zur Minimierung der direkten Kosten. Eine Optimierung der Gesamtkosten aus beiden trägt zu einer Gewinnmaximierung der Unternehmung bei. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Formalzielsystem der Instandhaltung aus einem unternehmensspezifischen Ausgleich zwischen den mengenorientierten Formalzielen, die den Nutzen der Instandhaltung beschreiben, besteht und als Wertdimension die verursachten Kosten bzw. eine Minimierung derselben formulieren.⁴⁹

Das Unternehmensziel für den Bereich Anlageninstandhaltung lässt sich nun ableitend aus obigen Ausführungen wie folgt erläutern:⁵⁰

- Sicherheit und definierte Anlagenverfügbarkeit bei
- minimalen Gesamtkosten der Instandhaltung.

Unterschiedliche Instandhaltungsaktionen ergeben sich bei weiterer Zerlegung aus den einzelnen Teilzielen der untersten Ebene. Durch verschiedene Instandhaltungsmaßnahmen kann die Maximierung der Zuverlässigkeit, die Minimierung der Störungsanzahl sowie der Ausfalldauer erreicht werden. Vorbeugende Instandsetzungen verhindern Ausfälle und senken die damit verbundenen indirekten Instandhaltungskosten. Durch Motivation des Bedienungspersonals zu schonender Fahrweise ist der Verschleiß der Produktionsanlagen ebenfalls zu verringern. An dieser Stelle soll noch erwähnt werden, dass Zielsysteme grundsätzlich nicht nur von Sach- und Formalzielen

⁴⁹Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 40f

⁵⁰ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 41

gebildet werden. Dies gilt für die Teilfunktion Instandhaltung ebenso wie für alle Teilbereiche der Anlagenwirtschaft. Es sind vorwiegend soziale Anforderungen aus dem Human- bzw. Sozialbereich, die hier zur Geltung kommen. Sie lassen sich nach in Erhaltungs- und Entfaltungsziele einteilen. Unter Erhaltungszielen wird das Streben nach Erhaltung eines Arbeitsplatzes, angemessenen Arbeitsbedingungen und angemessener Arbeitsentlohnung verstanden. Zu den Entfaltungszielen gehören das Streben nach Ausgestaltung der Arbeitsbedingungen entsprechend den unterschiedlichen Fähigkeiten und Neigungen sowie monetärer und nichtmonetärer Leistungsanerkennung. Das Instandhaltungs-Management sollte diesen Ziel- und Führungsbereich zur Verfolgung des restlichen Zielvolumens nicht unberücksichtigt lassen.⁵¹

1.6.4 Definition der Zielelemente

1.6.4.1 Sicherheit

Für die Arbeitsicherheit ist es das oberste Ziel, den arbeitenden Menschen die größtmögliche Sicherheit zu gewähren. Daraus können die Teilziele abgeleitet werden:⁵²

- personelle Sicherheit
- technische Sicherheit
- strukturelle Sicherheit

Den Human- und Sozialzielen lässt sich die **personelle Sicherheit** zuordnen.

Unter **technischer Sicherheit** wird vorrangig die Forderung nach arbeitssicherheitsgerechter Beschaffenheit verstanden. Das Ziel der **strukturellen Sicherheit** ist es, mögliche Gefahren durch organisatorische Maßnahmen so einzudämmen, dass sie nicht mehr wirksam werden können.⁵³

⁵¹ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 41 f

⁵² Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 42.

⁵³ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 42f.

1.6.4.2 Verfügbarkeit

Nach DIN 40042 versteht man unter Verfügbarkeit die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Anlage zu einem vorgegebenen Zeitpunkt in einem funktionsfähigen Zustand befindet. Dabei wird unterstellt, dass bei einem Ausfall innerhalb einer begrenzten Zeit durch Instandsetzung die Anlage repariert wird. Die Begriffe Zuverlässigkeit und Instandsetzung werden durch den Begriff Verfügbarkeit zusammengefasst.⁵⁴

Die Verfügbarkeit wird folgendermaßen definiert:⁵⁵

$$V = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

V = Verfügbarkeit

MTBF = arithmetischer Mittelwert der Betriebsdauern zwischen technischen Störungen (Mean Time Between Failure)

MTTR = arithmetischer Mittelwert der Instandsetzungsdauern bei technischen Störungen ist (Mean Time To Repair)

Aus der Verfügbarkeitsdefinition ist erkennbar, dass nicht nur die Instandsetzungskennwerte (MTTR), sondern auch die Kennwerte der Zuverlässigkeit von verfügbarkeitserhöhenden Maßnahmen (MTBF) und von Produktionsanlagen für eine Gesamtbeurteilung der Verfügbarkeit notwendig sind.⁵⁶

⁵⁴ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 43

⁵⁵ Vgl. GERICKE, E.: Zuverlässigkeitstechnik als Grundlage für eine systematische Instandhaltung. in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 134

⁵⁶ Vgl. GERICKE, E.: Zuverlässigkeitstechnik als Grundlage für eine systematische Instandhaltung. in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 134

1.6.4.3 Zuverlässigkeit

„Zuverlässigkeit (reliability) ist nach DIN 40041 die Fähigkeit einer Betrachtungseinheit, innerhalb der vorgegebenen Grenzen denjenigen durch den Verwendungszweck bedingten Anforderungen zu genügen, die an das Verhalten ihrer Eigenschaften während einer gegebenen Zeitdauer gestellt sind.“⁵⁷

Auf Grund der engen Verknüpfung des Zuverlässigkeitsbegriffes mit den Begriffen der Qualität, Verfügbarkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit, werden diese Begriffe nachstehend definiert:⁵⁸

Unter **Qualität** wird die Beschaffenheit eines Erzeugnisses, welche es für seinen Verwendungszweck geeignet macht, verstanden. Die Eignung setzt zunächst die dem Verwendungszweck angemessenen, direkt prüfbaren Eigenschaften voraus, das heißt eine vom Verwendungszweck geforderte Betriebs-, Bereitschafts- oder Lagerzeit und die Ausführungsqualität.

Unter **Sicherheit** wird die Fähigkeit einer Einrichtung, gefährliche Auswirkungen für Mensch und Maschine zu vermeiden, wenn es zu einer Störung oder zu einem Ausfall kommt, verstanden.

Wirtschaftlichkeit ist die Gewährleistung der geforderten Eigenschaftsmerkmale einer Einrichtung mit den kleinsten Anschaffungs- und Betriebskosten.

Kurz gefasst ist die Zuverlässigkeit die Zeitkomponente der Qualität.⁵⁹

1.6.4.4 Instandhaltungskosten

Laut der DIN 31051 (bzw. der ÖNORM M8100) beinhalten die direkten Instandhaltungskosten den bewerteten Verbrauch für die Maßnahmen zur Aufrechterhaltung und Wiederherstellung des notwendigen Sollzustandes sowie zur Beurteilung und Feststellung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems.⁶⁰

⁵⁷ siehe BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 44

⁵⁸ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 44

⁵⁹ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 44

⁶⁰ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 46

1.7 Grundlagen der Instandhaltungskostenrechnung

Für die Entscheidungen des Instandhaltungsmanagements ist eine detaillierte Kenntnis der durch Schäden und Instandhaltung verursachten Kosten nötig. Die Instandhaltungskostenrechnung muss dabei die Fragen klären, welche Kosten wo, wann und wofür anfallen und wer verantwortlich bzw. Verursacher ist. Ziel ist nicht eine Minimierung des Instandhaltungsaufwandes bzw. der Instandsetzungskosten, sondern vielmehr die Optimierung des Gesamtnutzens für das Unternehmen und der rentable Einsatz des Kapitals.⁶¹

Die Kosten werden nach Kostenarten erfasst und anschließend auf Kostenstellen und Kostenträger verrechnet. Durch die Kostenarten werden die Gesamtkosten nach ihrer Entstehung strukturiert. Als die fünf natürlichen Kostenarten werden bezeichnet:⁶²

- Personalkosten (Löhne, Gehälter, Lohnnebenkosten ...)
- Stoffkosten (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffkosten ...)
- Sachkosten (Energie, Werkzeug, Fremdleistungskosten ...)
- Kapitalkosten (Zinsen, Abschreibung, Kapitalwagnisse ...)
- überbetriebliche Kosten (Steuern, Gebühren, Abgaben, Beiträge ...)

Kosten können auch nach weiteren Gesichtspunkten strukturiert werden, z. B. direkten und indirekten Kosten.⁶³

Die Zuordnung der anfallenden Instandhaltungskosten zu den Kostenverursachern leistet die Kostenstellenrechnung. Kostenstellen können in verschiedenen Detaillierungsebenen eingeführt werden. Es ergibt sich eine hierarchische

⁶¹ Vgl. HECK, K.: Begriff, Wesen, Arten und Systematisierung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 693

⁶² Vgl. OBERHOFER, A. F.: Planung und Kosten, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1985, Seite 171

⁶³ Vgl. HECK, K.: Begriff, Wesen, Arten und Systematisierung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 688

Aufteilung von der Betriebsabteilung bis hin zu einzelnen Elementen (Abbildung 7).⁶⁴

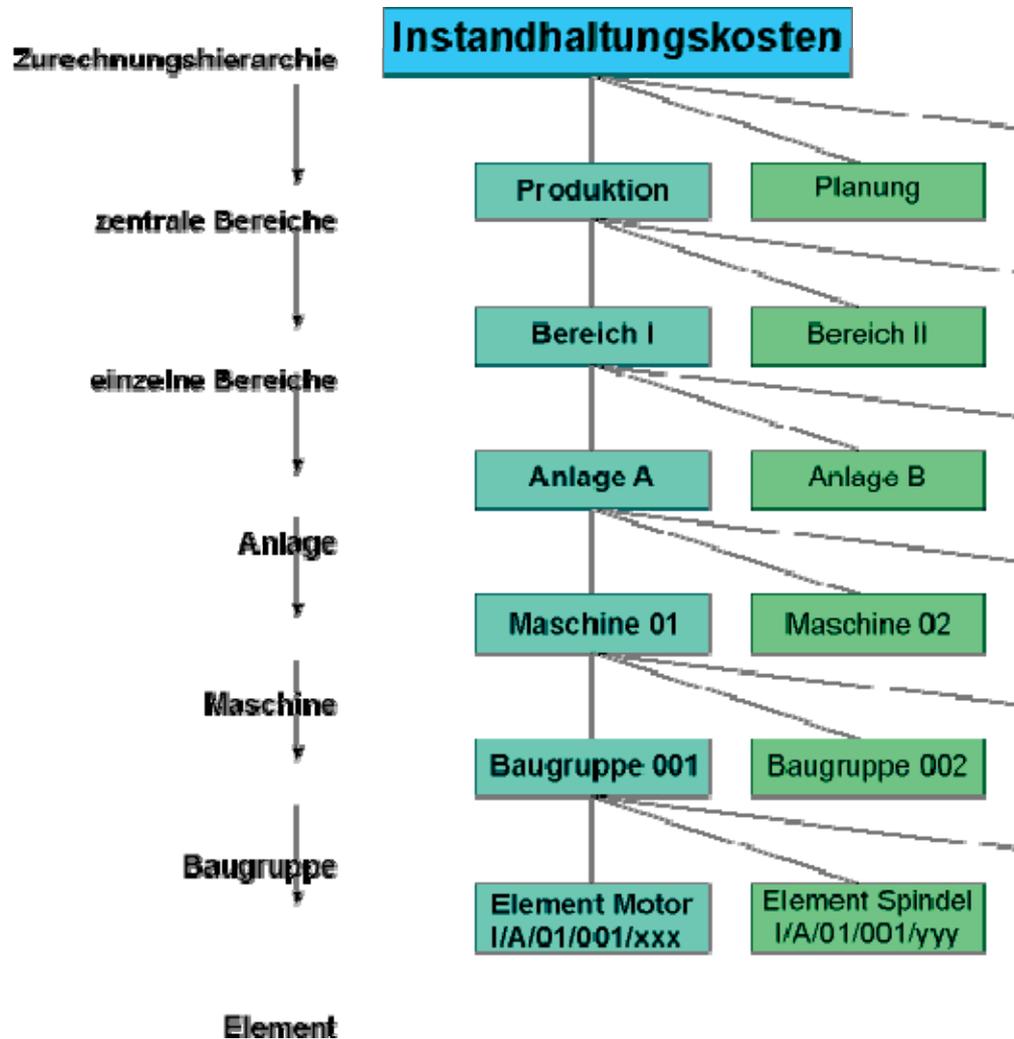


Abbildung 7: Hierarchie der Kostenstellen⁶⁵

Je präziser die Zuordnung von Kosten zu ihren Kostenstellen erfolgt, desto detaillierter kann die Schwachstellenanalyse erfolgen. Sie dient dazu, die größten Kostenverursacher zu beurteilen, die Instandhaltungsstrategien für Anlagen oder Komponenten nach wirtschaftlichen Kriterien festzulegen sowie die wirtschaftlichsten Zeitpunkte für Instandsetzungsmaßnahmen und den Ersatz von

⁶⁴ Vgl. HECK, K.: Begriff, Wesen, Arten und Systematisierung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 695

⁶⁵ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 698

Produktionsmitteln zu bestimmen. Dadurch ist aus Sicht der Instandhaltung in den meisten Fällen eine feinere Gliederung nötig, als sie die Betriebsabrechnung vorsieht. Die Instandhaltung muss daher weitergehende Datenerhebungen im Unternehmen durchführen.⁶⁶

Diese Erkenntnis konnte auch bei der Aufarbeitung der Daten über den untersuchten Bereich der Firma Egger gewonnen werden. Hier ist eine detailliertere Kostenbetrachtung anzustreben, um eine verfeinerte Budgetierung durchführen zu können.

Die Zuordnung der Instandhaltungskosten zu den Erzeugnissen eines Unternehmens wird bei der Kostenträgerrechnung angestrebt. Sie erlaubt eine stückbezogene Ermittlung der auf ein spezifisches Produkt entfallenden Anteile der Instandhaltungskosten und ist damit ein wichtiges Hilfsmittel der Kalkulation und des Produktmanagements.⁶⁷

1.7.1 Unterteilung der Instandhaltungskosten

Die Unterteilung der Instandhaltungskosten orientiert sich an der Struktur der Instandhaltung selbst. Es wird unterschieden in Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungskosten. Im Rahmen der Instandhaltungskostenrechnung werden den Kosten für die Vermeidung von Schäden die Kosten der Schäden und ihrer Behebung gegenübergestellt. Wartungsarbeiten werden nach einem Wartungsplan durchgeführt. Sie sind daher über einen langen Zeitraum ähnlich sowie in ihren Kosten bekannt. Wartungskosten entstehen in den Kostenarten:⁶⁸

- Personalkosten als Kosten für das Wartungspersonal
- Ersatzteilkosten für Ersatzteile, Dichtungen, Schrauben etc.
- Betriebskosten für verwendete Geräte
- Hilfskosten für Reinigungs- und Schmiermittel
- Gemeinkosten.

⁶⁶ Vgl. <www.iquni-hannover.de> Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

⁶⁷ Vgl. <www.iquni-hannover.de> Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

⁶⁸ Vgl. Vgl. HECK, K.: Begriff, Wesen, Arten und Systematisierung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 690

Inspektionsarbeiten sollten nach einem festen Inspektionsplan durchgeführt werden. Dadurch sind sie über einen längeren Zeitraum mit konstanten Kosten planbar.

Präventive Instandhaltung im Zuge von Inspektionen kann zu erheblichen Einsparungen führen, da Zerlegeprozesse und Stillstandszeiten eingespart werden und Schäden, mit unter Umständen hohen Folgekosten vermieden werden können (Abbildung 8)⁶⁹.

Durch den Ausfall einer Anlage wird nicht nur die Produktionsleistung dieser Anlage entfallen, vielmehr kann auch die Produktion vor- und nachgeschalteter Anlagen beeinträchtigt werden. Zu den indirekten Instandhaltungskosten gehören deshalb alle Kosten, die durch das Auftreten und die Dauer eines Schadens über die Instandsetzungskosten hinaus verursacht werden. In der Reihenfolge ihres zeitlichen Entstehens geordnet, lassen sich folgende indirekte Instandhaltungskosten unterscheiden.⁷⁰

- Vorbeugungs- (Schadensbegrenzungs-)kosten sind Kosten, mit denen bei Eintritt eines Schadens die Folgekosten möglichst gering gehalten werden sollen. Diese indirekten Kosten sind nicht zu verwechseln mit Kosten, die für vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Störungen und Stillständen (Schwachstellenanalysen etc.) anfallen.
- Stillsetzungskosten sind Kosten, die im Zusammenhang mit einer Beschäftigungsunterbrechung auftretende, die durch Stillsetzen der Anlage hervorgerufen werden. Sie werden unter bestimmten Einschränkungen je Stillsetzung als fester Bestandteil ermittelt.
- Stillstandskosten sind Kosten, welche bei einer stillgesetzten Anlage proportional zur Stillstandszeit entstehende Kosten.
- Wiederanlaufkosten sind Kosten, die nach einer Fertigungsunterbrechung durch die Wiederaufnahme der Arbeit entstehende Kosten.
- Zusatzlaufkosten sind Kosten, welche nach dem Wiederanlauf entstehen.

⁶⁹ Vgl. <www.iquni-hannover.de> Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

⁷⁰ Vgl. <www.iquni-hannover.de> Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

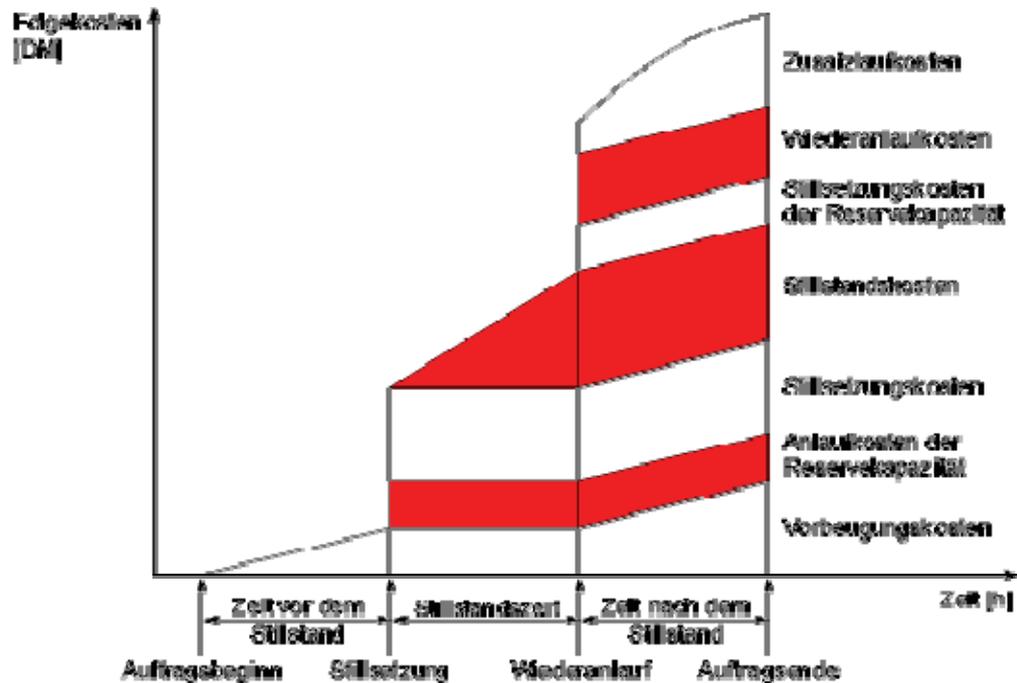


Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf von indirekten Instandhaltungskosten⁷¹

Die bei einer Reparaturmaßnahme auftretende Indirekte Instandhaltungskosten sind in Abbildung 8 über der Zeitachse verteilt dargestellt. Hier wird erkennbar, dass ein Teil der Kosten proportional zur Anzahl der Schadensfälle auftritt und innerhalb einer Maßnahme konstant bleibt (z. B. Stillsetzung und Wiederanlauf), während andere Kosten proportional zur Stillstandszeit der Anlage anwachsen (z. B. die Stillstandskosten).

1.7.2 Kostenerfassung und -auswertung

Zu Beginn steht der Betriebs- oder Werkstättenauftrag, am Ende die Übernahmebestätigung, welche die abschließende Aufbereitung, Abrechnung und Auswertung der Daten mit Hilfe der Dispositions- und Dokumentationsrechnung auslöst.⁷²

⁷¹ < www.iquni-hannover.de > Anlagenwirtschaft - Instandhaltung maschineller Anlagen

⁷² Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfassung und Auswertung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 704

Den grundsätzlichen Datenfluss zur Kostenerfassung, Abrechnung und Auswertung von Instandhaltungsleistungen gibt Abbildung 9 wieder.

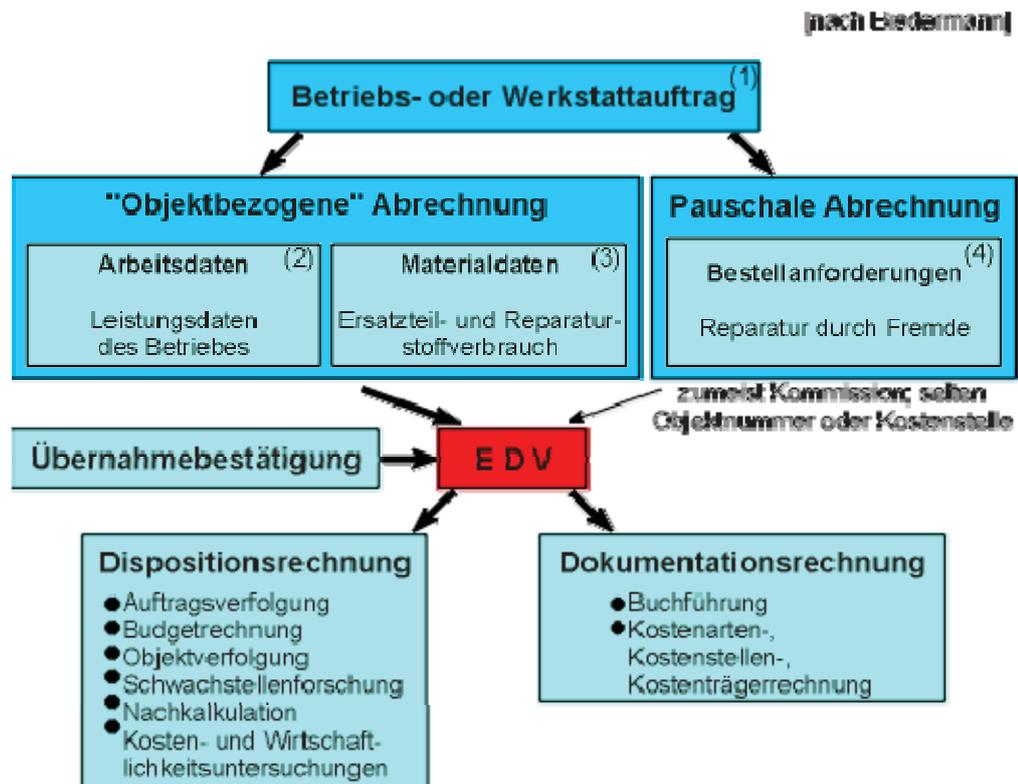


Abbildung 9: Prinzipieller Datenfluss bei der Abrechnung von Instandhaltungsleistungen⁷³

Neben diesen formell erforderlichen Mitteilungen sind im wesentlichen drei Informationsträger notwendig, um die geleisteten Stunden, Stoffmengen und Sachleistungen der Instandhaltungs- oder Fremdleistungsbetriebe erfassen und bewerten zu können:⁷⁴

- der Arbeitsschein
- der Materialschein (kann auch mit dem Arbeitsschein kombiniert werden)

⁷³ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfassung und Auswertung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 704

⁷⁴ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfassung und Auswertung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 705

- die Bestellanforderung (und ausgelöste Lieferscheine und Fremdrechnungen)

Die wichtigen Informationselemente (Daten) sind in Abbildung 10 dargestellt, die auf den Informationsträgern (Belegen) vermerkt sind.

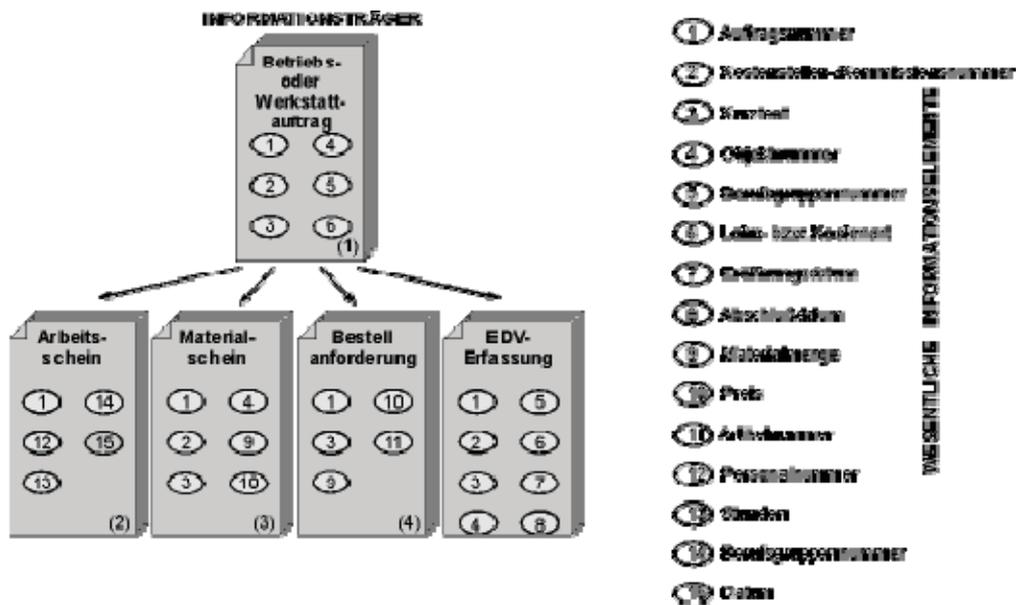


Abbildung 10: Informationsträger und -elemente im Kostenabrechnungssystem⁷⁵

Die Auftragsnummer ist das Identifikationselement, dem die Daten des Auftrages zugeordnet werden. Typische Informationselemente werden auf den anderen Datenträgern ergänzt. Sie werden als Eingabebelege für die Datenverarbeitung verwendet.

Die beleglose Datenerfassung und -weiterleitung ist mit fortschrittlich gestalteten Kostenabrechnungssystemen über Barcodelesegeräte und direkte Dateneingabe in Terminals realisierbar. Es werden bei der Leistungserstellung die tatsächlich verfahrenen Lohnstunden oder Maschinenstunden auf den Arbeits-scheinen vermerkt. Auf dem Material-schein wird der Verbrauch an Reserveteilen und Reparaturstoffen objektbezogen aufgezeichnet, wobei hier die Bewertung meist zu Anschaffungskosten erfolgt. Bestellanforderungen betreffen externe Sach- und

⁷⁵ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfassung und Auswertung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 705

Dienstleistungen. Die Bewertung erfolgt mit der Übernahme der geprüften Rechnungsbeträge zumeist pauschal, wobei überwiegend zweistufig über Kommission (Auftrag) und anschließend auf Kostenstelle oder Objektnummer verrechnet wird.⁷⁶

1.8 Budgetierung von Instandhaltungskosten

Die Budgetplanung dient zur Kontrolle der finanziellen Mittel, die zur Instandhaltung aufgewendet werden. Für die Durchführung der Budgetplanung gibt es im wesentlichen zwei Arbeitsweisen:⁷⁷

- bereichsbezogene Budgetierung
- anlagenbezogene Budgetierung.

Die bereichsbezogene Budgetierung dient zur Begrenzung und Kontrolle der Instandhaltungskosten, während die anlagenbezogene Budgetierung als Ergänzung vor allem ein Aufzeigen von Kostenschwachstellen ermöglicht.⁷⁸

Beide Arbeitsweisen können für die nachstehenden Budgetierungsmethoden angewendet werden, dabei werden bei der anlagenbezogenen Budgetierung die Systemgrenze um eine Anlage gezogen, bei der bereichsbezogenen um einen definierten Bereich.

1.8.1 Aushandeln von Instandhaltungskostenbudgets

Bei dieser Methode wird ein pauschales Budget für die Instandhaltungsperiode durch überschlägiges Abschätzen der Instandhaltungskosten festgelegt. Der Betrag spiegelt die erwarteten Kosten wieder. Diese nicht sehr aufwendige Methode wird nur mehr verwendet, wenn über die Anlage wenige Informationen über zu erwarteten Kosten vorliegen. Da die Transparenz der Instandhaltung für

⁷⁶ Vgl. BIEDERMANN, H.: Erfassung und Auswertung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 705 f

⁷⁷ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 400

⁷⁸ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 400

viele nicht gegeben ist, sondern sie nur als Kostenfaktor gesehen wird, hat der Verantwortliche des Instandhaltungsbudgets Probleme, ein ausreichendes Budget auszuhandeln. Wird ein zu niedriges Budget ausverhandelt, können Instandhaltungsaufgaben nicht oder nur mangelhaft ausgeführt werden. Bei einem zu hoch angesetzten Budget, läuft der Instandhaltungsverantwortliche Gefahr, die Mittel in nicht benötigte Instandhaltungsmaßnahmen zu investieren, um nicht die Ungenauigkeit dieses Planungssystems zu offenbaren.⁷⁹

Diese Budgetierungsmethode sollte nur im Notfall (keine oder unvollständige Informationen über den Umfang der Instandhaltungsleistungen) angewendet werden, da die Nachteile überwiegen.

1.8.2 Kennzahlenorientierte Festlegung des Instandhaltungsbudgets

Bei der kennzahlenorientierten Festlegung von Instandhaltungsbudgets gibt es drei Modelle, welche in den nachfolgenden Punkten erläutert werden.

1.8.2.1 Werte aus Betriebsvergleichen als Basis von Kostenvorgaben

Diese Methode wird verwendet, wenn Mangels eigener Erfahrungen kein Budget der Instandhaltungskosten erstellt werden kann. Dabei werden Erfahrungswerte aus vergleichbaren Unternehmen herangezogen.

Hierbei muss beachtet werden, dass die Unternehmen in Betriebsgröße, Art und Größe der Anlagen, deren Alter und die Auslastung möglichst identisch sind. Außerdem legen konkurrierende Unternehmen verständlicher Weise auf die Geheimhaltung unternehmensinterner Daten, welche zum Vergleich herangezogen werden müssten, großen Wert.⁸⁰ Daher ist es schwierig, zu den notwendigen Daten zu gelangen.

Eine Untersuchung an zwölf amerikanischen Raffinerien zeigte, dass der Anteil der Instandhaltungskosten am Wiederbeschaffungswert zwischen drei und sechs Prozent liegt. Werden die Instandhaltungskosten jedoch auf den Rohöldurchsatz

⁷⁹ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 606 f

⁸⁰ Vgl. BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 2

bezogen, so schwanken die Werte sogar zwischen neun und sechsundzwanzig Prozent. Wie an diesem Beispiel deutlich wird, ist nicht immer die Vergleichbarkeit innerhalb einer Branche gegeben. Dies gilt auch für andere Kennziffern, wie etwa die Instandhaltungskosten als Prozentsatz der Herstellkosten oder des Umsatzes etc.⁸¹

Liegen jedoch gleiche Produktionsprogramme vor, die die identische maschinelle Ausrüstung erfordern und wird die Kostenerfassung nach gleichartigen Methoden durchgeführt, so ergeben sich für die Instandhaltungskosten jedoch erstaunlich ähnliche Werte. So war es z.B. möglich, in einem Unternehmen bei mehreren Werken mit gleicher Produktion die Vorgaben zu übertragen.⁸²

Selbst wenn die Anlagen vergleichbar sind, sollen diese Werte nur als Richtlinien gelten, da die Schwankungsbreite für die Erstellung eines genauen Budgets zu groß ist. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass für neue Anlagen bereits ein überschlägiges Budget aus dem Vergleich ähnlicher Betriebe erstellt werden kann.⁸³

Beispielweise könnte das entwickelte Budgetierungsmodell als Richtwert für das neu errichtete Werk in Unterradelberg herangezogen werden.

1.8.2.2 Instandhaltungskosten zurückliegender Perioden als Basis

Bei diesen Budgetierungsverfahren wird auf Basis eigener Daten gearbeitet. Dabei werden die Instandhaltungskosten einer oder mehrerer vergangener Perioden ermittelt und auf die zu planende Periode hochgerechnet.

Aus einem möglichst langem Zeitraum, mindestens 2-3 Jahre wird der Durchschnitt der monatlichen Kosten ermittelt.⁸⁴

⁸¹ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 607

⁸² Vgl. GIESBERT, H.: Erfassen und Überwachen von Instandhaltungskosten, München 1969, Seite 76

⁸³ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 607

⁸⁴ GIESBERT, H.: Erfassen und Überwachen von Instandhaltungskosten, München 1969, Seite 71

$$J^{t+1} = J^t \quad (1)^{85}$$

J^{t+1}	Instandhaltungskosten der Planperiode
J^t	Instandhaltungskosten der laufenden Periode

Hierzu ist es nötig, eine vollständige Erfassung aller Instandhaltungskosten durchzuführen. Diese Methode kann ohne großen zusätzlichen Aufwand angewandt werden, wenn die Informationen vorliegen. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die Lohn- und Gehalts- sowie Preissteigerungen für Ersatzteile, Material und Fremdleistungen nicht preisstabil sind und dadurch das Budget eher zu niedrig angesetzt wird. Außerdem wird der unterschiedliche Instandhaltungsbedarf an einzelnen Anlagen nicht berücksichtigt.⁸⁶

Diese Planungsmethode ist am weitesten verbreitet.⁸⁷

Sollen diese vorher erwähnten Faktoren jedoch in die Planung miteinfließen, muss eine andere Budgetierungsmethode verwendet werden. Der Vorteil dieser Budgetierungsmethode liegt darin, dass er einfach zu erstellen ist, da einfach das Budget der vorigen Periode auf die zu planende Periode veranschlagt wird. Dabei werden aber nicht unterschiedliche Laufzeiten, Verbräuche etc. berücksichtigt. Diese Methode ist nur zielführend, wenn eine gleichbleibende Auslastung und ein gleichbleibendes Produktionsprogramm angenommen werden kann.

1.8.2.3 Anlagenwertorientierte Kostenvorgaben

Hier wird zwischen anschaffungswertbezogene und wiederbeschaffungswertbezogene Kostenvorgaben unterschieden, welche in den nächsten beiden Abschnitten beschrieben werden.

⁸⁵ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 608

⁸⁶ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 607 f

⁸⁷ Vgl. BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 2

1.8.2.3.1 Anschaffungswertbezogene Kostenvorgaben

Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass das Instandhaltungsbudget einen bestimmten Prozentsatz der Anschaffungskosten der jeweiligen Anlage einnimmt. In der einfachsten Annahme wird ein fixer Prozentsatz des Anschaffungswertes als Instandhaltungsbudget festgelegt und auf die zu erwartende Lebensdauer gleich verteilt.⁸⁸

$$J^{t+1} = \sum_{i=1}^n AW_i \cdot \frac{1}{k_i} \quad (2)^{89}$$

J^{t+1}	Instandhaltungskosten der Planperiode
AW_i	Anschaffungswert der Anlage i
k_i	Erwartete Nutzungsdauer der Anlage i
n	Anzahl der Anlagen insgesamt

Da der Instandhaltungsaufwand von der Inbetriebnahme bis zum Ausscheiden der Anlage steigt, wird es zu Abweichungen in den einzelnen Jahresbudgets vom Planbudget kommen. Dieses Verfahren zeichnet sich durch seine schnelle und unkomplizierte Handhabung aus. Eine allfällige Abweichung der entstandenen von den geplanten Instandhaltungskosten ist durch dieses Verfahren nicht zu begründen. Eine Abweichung kann sich ergeben, wenn robustere Konstruktionen oder qualitativ höherwertige Bauteile verwendet werden, die zwar in der Anschaffung teurer, jedoch in der Instandhaltung günstiger sind.⁹⁰

Wenn auch Anlagen gleichen Typs bezüglich ihres Verschleißes vergleichbar sind, dürfen die Kennzahlen zur Instandhaltungskostenvorgabe nicht ohne Einschränkungen verwendet werden, wenn bei den Anlagen eine unterschiedliche Beanspruchung vorliegt. Das kann durch unterschiedlich lange

⁸⁸ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 608

⁸⁹ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 608

⁹⁰ Vgl. BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 3

Produktionsperioden wie z.B. Schichtbetrieb oder Verwendung als Reserveanlage verursacht werden. Es kann auch bei gleicher produktionsbedingter Inanspruchnahme davon ausgegangen werden, dass Abweichungen beim Verschleiß durch weitere Parameter dazukommen (z.B. unterschiedliche Bedienung, Qualität der Instandhaltung, Umweltbedingungen etc.). Diese Faktoren führen dazu, dass die Lebensdauer der Anlagen bzw. deren Elemente großen Streuungen unterliegen. Dabei kommt es zu einem starkem Anstieg der ungeplanten Instandhaltung.⁹¹

Um solche Einflüsse zu kompensieren, wird auf ein Verfahren verwiesen, dass in Abbildung 11 an einem Beispiel dargestellt ist.

Die hier getroffene Verfeinerung der normalen anschaffungswertbezogenen Kostenvorgabe zielt unter anderem auf die Preissteigerung ab. Weiters wird ein Korrekturfaktor für die theoretischen Instandhaltungsplankosten eingeführt. Dieser Korrekturfaktor ist der Quotient aus den in der Planperiode vorausgehendem Jahr effektiv angefallenen und den für den selben Zeitraum vorgegebenen Instandhaltungskosten, allerdings nicht anlagenbezogen, sondern nur global für die Summe aller Instandhaltungskosten. Deswegen sind bei erneuten Abweichungen nicht die Ursachen dafür zu erkennen. Es kann sogar dazu kommen, dass die Fehler nicht erkannt werden und in zukünftige Perioden übertagen werden.⁹²

Diese Methode hat den Vorteil einer schnellen und unkomplizierten Planung. Für die Kontrolle der Instandhaltungskosten ist es nicht geeignet, da allfällige Abweichungen von den Ist- Kosten nicht erklärt werden können. Die Annahmen basieren auf der Vergangenheit, d.h. es muss die Möglichkeit gegeben sein auf solches Datenmaterial zurückzugreifen. Aus diesem Grund ist es für neue Anlagen ungeeignet.

⁹¹ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 609 f

⁹² WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 610

Instandhaltungskosten von mindestens zwei Jahren ermittelt und im Verhältnis zum Wiederbeschaffungswert gesetzt.⁹⁴

Bei Annahme eines regelmäßigen Ersatzes und einer gleichmäßigen Aufteilung der Anlagen auf die einzelnen Jahre der normalen Lebensdauer des Anlagentyps, haben alle Anlagen ein Durchschnittsalter, das der Höhe der halben Lebensdauer des jeweiligen Typs entspricht. Der erhaltene Prozentsatz der Instandhaltungskosten eines Typs, der sich aus dem Durchschnittsalter aller Anlagen ergibt, wird mit dem Wiederbeschaffungswert der Anlage des jeweiligen Typs multipliziert. Dies wird für alle Anlagen erstellt und die Summe dieser Werte ergibt das Budget.⁹⁵

Bei der Annahme, dass die Instandhaltungskosten ab einem bestimmten Nutzungsjahr konstant bleiben (beim Beispiel in Abbildung 12 ist es das fünfte Jahr) und die Anlagen regelmäßig ersetzt werden, entspricht hier das Durchschnittsalter aller Anlagen 2,5 Jahre (die Hälfte der normalen Nutzungsdauer). In Anlehnung an diese mittlere Lebenszeit ergibt sich dann ein mittlerer Wert für die Höhe der Instandhaltungskosten als Prozentsatz vom Wiederbeschaffungswert. Das so gewonnene Instandhaltungsbudget ist weitgehend frei von Fehlern, da sich Unregelmäßigkeiten beim Kostenverlauf von mehreren Jahren ausgleichen oder zumindest verkleinern.

Bei diesem Ansatz kann angenommen werden, dass sich die Fehler bei der Budgetbemessung, in der im vorigen Abschnitt beschriebenen Weise der jeweils für nur eine Anlage jährlich gleich hohe Kosten auftreten, Instandhaltungskosten der Planperiode ausgleichen. Der Wiederbeschaffungswert der Anlage orientiert sich nicht an normale Preissteigerungen durch z.B. Lohn- und Gehaltssteigerungen, Preissteigerungen für Material und Ersatzteilkosten etc. Er orientiert sich an jenem Preis, welcher der Hersteller am Markt für seine Anlage erzielen kann.⁹⁶

⁹⁴ BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 4

⁹⁵ BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 4 f

⁹⁶ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 610 f

Daten der Kostenerfassung im Jahr t-1:

Anlagen des Typs 1 im 1. Nutzungsjahr: 3,5% vom Wiederbeschaffungswert
 Anlagen des Typs 1 im 2. Nutzungsjahr: 24,0% vom Wiederbeschaffungswert
 Anlagen des Typs 1 im 3. Nutzungsjahr: 22,0% vom Wiederbeschaffungswert
 Anlagen des Typs 1 im 4. Nutzungsjahr: 48,0% vom Wiederbeschaffungswert

Daten der Kostenerfassung im Jahr t:

Anlagen des Typs 1 im 2. Nutzungsjahr: 9,5% vom Wiederbeschaffungswert
 Anlagen des Typs 1 im 3. Nutzungsjahr: 32,0% vom Wiederbeschaffungswert
 Anlagen des Typs 1 im 4. Nutzungsjahr: 39,5% vom Wiederbeschaffungswert
 Anlagen des Typs 1 im 5. Nutzungsjahr: 52,5% vom Wiederbeschaffungswert usw.

Instandhaltungskosten der Anlagen vom Typ 1 in Prozent vom Wiederbeschaffungswert in Abhängigkeit von ihrer Nutzungsdauer

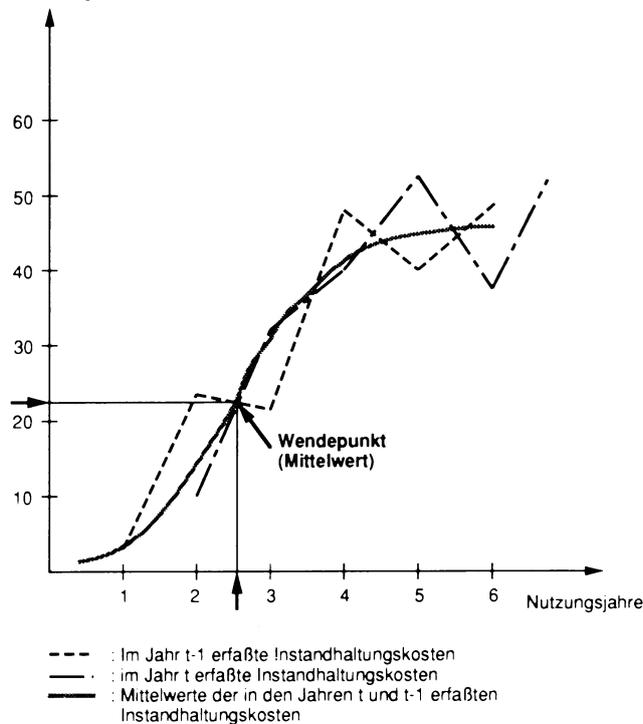


Abbildung 12: Beispielhafte Darstellung einer am Wiederbeschaffungswert orientierten Instandhaltungskostenvorgabe⁹⁷

Die ideale Lösung wäre ein Katalog mit Instandhaltungskostenprozentsätzen pro Anlageeinheit, wie zum Beispiel die angegebenen Richtwerte für Werkzeugmaschinen.⁹⁸

⁹⁷ WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 713

⁹⁸ GIESBERT, H.: Erfassen und Überwachen von Instandhaltungskosten, München 1969, Seite 76

Die Probleme dieses Ansatzes liegen in der Ermittlung der „normalen“ Nutzungsdauer und in der Erhebung der Wiederbeschaffungswerte der jeweiligen Typen der Anlagen. Bei umgebauten Anlagen ist die Ermittlung des Wiederbeschaffungswertes besonders schwierig, da sie meistens Unikate darstellen, deren Wert schwer einschätzbar ist. Die Annahmen basieren auf der Vergangenheit, d.h. es muss die Möglichkeit gegeben sein, auf solches Datenmaterial zurückzugreifen. Aus diesem Grund ist es für neue Anlagen ungeeignet.

1.8.3 Bedarfsorientierte Planungsansätze

Da in den letzten Jahren eine Steigerung der Planungsintensität der Instandhaltung stattfand, wurde dadurch eine gute Basis für die Kontrolle der Instandhaltungskosten geschaffen. Es wurde möglich, die Instandhaltungskosten und Instandhaltungsleistungen gezielt auf zu erwartende Entwicklungen im Produktionsbereich vor auszuplanen.⁹⁹

Der einfachste Ansatz wird von einer direkten Proportionalität zwischen der Instandhaltungsintensivität und einem zu definierendem Parameter ausgegangen. Diese Parameter sind durch Studien der Instandhaltungskosten und deren Abhängigkeit von den vorher erwähnten Parametern zu finden. Dabei werden die einzelnen Anlagentypen getrennt auf mögliche Einflussfaktoren untersucht. Diese Faktoren sollen die produktionsbedingte Inanspruchnahme der Anlage z.B. in gelaufene Betriebsstunden, in produzierter Fläche, in produziertem Volumen, in Anlagenalter etc. am besten wiedergeben. Für die Berechnung der zu erwartenden Instandhaltungskosten werden je nach Anlagentyp die spezifischen Instandhaltungskosten z.B. für einen Parameter ermittelt und mit der zu erwartenden Produktionsmenge multipliziert und für alle Anlagen addiert.¹⁰⁰

⁹⁹ BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 6

¹⁰⁰ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 612

$$J^{t+1} = \sum_{i=1}^n \frac{J_i^t}{b_i^t} \cdot b_i^{t+1} \quad (3)^{101}$$

- J^{t+1} Instandhaltungskosten der Planperiode
 J_i^t Instandhaltungskosten der Anlage i in der laufenden Periode
 b_i^t Betriebsparameter der Anlage i in der laufenden Periode
 b_i^{t+1} Betriebsparameter der Anlage i in der Planperiode

Bei dieser Methode wird zu Grunde gelegt, dass die Instandhaltungskosten nur von einem Parameter abhängen, obwohl sicher mehrere Faktoren zum Verschleiß führen. Auf die Struktur der Kosten wird ebenfalls kein Wert gelegt. Dies ist sehr wichtig, da nicht alle Kosten bei einer Steigerung der Instandhaltungsleistungen im gleichen Ausmaß reagieren werden. Aus diesem Grund wurde ein Verfahren entwickelt, dass die Kosten in fixe und proportionale Kosten trennt.¹⁰²

Im Beispiel (Abbildung 13) werden die durchschnittlichen Instandhaltungskosten mehrerer vergangener Perioden gesammelt und in fixe und proportionale Kosten aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgt auf Grund einer Schätzung (vgl. Zeile 1 Abbildung 13). Dann werden die produktionsvolumenabhängigen Instandhaltungskosten errechnet (vgl. Zeile 2 Abbildung 13), Das erfolgt durch Multiplikation der proportionalen Instandhaltungskosten je produziertem Stück (je produzierter Leistungseinheit) aus vergangenen Perioden mit der für die Planperiode angestrebten Zahl von Leistungseinheiten. Wie hier bereits erkennbar ist, ist es sehr wichtig die Aufteilung der Kosten in fixe und proportionale Kosten richtig durchzuführen. Werden fixe Kosten zu niedrig angesetzt, führt es dazu, dass die proportionalen Kosten bei einem Rückgang der Produktion plötzlich ansteigen. Die geplanten Kosten werden dann überschritten und das Budget kann nicht mehr eingehalten werden. Dies wird in Abbildung 14 dargestellt.

¹⁰¹ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 612

¹⁰² Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1981, Seite 614

Schritt Nr.	Inhalt	Zahlenbeispiel		
		"Vorrab-Rechnungen"	propor-tionale	fixe vorzu-gebende
1	Ermittlung und Aufspaltung der durchschnittlichen Instandhaltungskosten aus zwei vergangenen Perioden (Jahren) in fixe und proportionale Bestandteile		13.000	2.500
2	a) Ermittlung der im gleichen Zeitraum durchschnittlich gefertigten Produktzahl	26.000		
	b) Division der proportionalen Instandhaltungskosten durch die Zahl der durchschnittlich gefertigten Produkte	13.000 = 0,5 26.000		
	c) Multiplikation der proportionalen Instandhaltungskosten je Produkt (Stück) mit der Zahl der für die Planperiode erwarteten Produktzahl (30.000 Stück)	0,5 x 30.000 = 15.000	15.000	15.000
3	a) Ermittlung der aufgrund geschätzter Preissteigerungen (für die einzelnen Produktionsfaktoren der Instandhaltung) zusätzlich entstehenden Kosten bei Beibehaltung des bisherigen durchschnittlichen Produktionsvolumens	1.270	1.270	
	b) Ermittlung der durch das (um 15,4 Prozent: 4.000:26.000) höhere Produktionsvolumen in der Planperiode zusätzlich entstehenden preisteigerungsbedingten Mehrkosten	1.270 x 0,154 = 196	196	1.466
1. ZWISCHENSUMME				
4	Berücksichtigung der durch die Veränderung des Anlagenbestandes in den vergangenen zwei Perioden (je Vergleichsjahr) entstandenen Mehrkosten in Prozent der 1. Zwischensumme (2 bzw. 3 Prozent)	18.966 · 0,02 = 379	379	
		18.966 · 0,03 = 569	569	948
2. ZWISCHENSUMME				
5	Berücksichtigung der durch die Veränderung des Anlagenbestandes in der Planperiode zu erwartenden Mehrkosten in Prozent der 2. Zwischensumme (6 Prozent)	19.914 · 0,06 = 1.195	695	500
				19.914
3. ZWISCHENSUMME				
6	a) geschätzter Abschlag für unechte Instandhaltungskosten in Prozent der 2. Zwischensumme (5 Prozent)	19.914 · 0,05 = 996		21.109
	b) geschätzter Abschlag für geplante Einsparungen in der Planperiode in Prozent der 2. Zwischensumme (3 Prozent)	19.914 · 0,03 = 597		-1.593
VORZUGEBENDES INSTANDHALTUNGSKOSTENBUDGET				
19.516				

Abbildung 13: In der Budgetperiode zu erwartende Veränderung der Instandhaltungsleistungen berücksichtigende Methode der Vorgabe von Instandhaltungskosten¹⁰³

¹⁰³ Das Beispiel ist mit rein rechnerischer Korrekturen entnommen aus: GIESBERT, H.: Erfassen und Überwachen von Instandhaltungskosten, München 1969, Seite 71 ff

Die richtige Aufteilung der Kosten ist also ein sehr wichtiger Faktor für die Erstellung und Kontrolle der Instandhaltungskosten.¹⁰⁴

Nun werden die Mehrkosten, die entstehen, wenn sich Preisänderungen ergeben berechnet und zur ersten Zwischensumme addiert (vgl. Zeile 3a 3b in Abbildung 13). Mögliche Probleme ergeben sich hier, weil von einer pauschalen Verteuerung nicht ausgegangen werden kann. Für einige Kostenarten trifft dies zu z.B. bei Material und Ersatzteilkosten aber eine Erhöhung eines Meistergehaltes hat nichts mit der Steigerung des Produktionsvolumens zu tun hat. Im vierten Schritt werden jene Kosten ermittelt, die sich aus der Änderung des Anlagenbestandes in vergangenen Perioden ergeben (vgl. Zeile 4 Abbildung 13).

Kosten der Periode		Vorgabe des Instandhaltungskostenbudgets bei			
		falscher Kostenspaltung		sachgemäßer Kostenspaltung	
Kostenkategorien		Periode t	Periode t+1	Periode t	Periode t+1
Fixe Kosten	(DM/Periode)	6.000,-- ¹⁾	6.000,--	10.000,--	10.000,--
Summe der proportionalen Kosten	(DM/Periode)	14.000,--	7.000,-- ²⁾	10.000,--	5.000,-- ³⁾
Proportionale Kosten je Leistungseinheit	(DM/Stck)	1,40		1,00	
Budgetvorgabe	(DM/Periode)		13.000,--		15.000,--

Abbildung 14: Beispielhafte Darstellung einer fehlerhaften Budgetierung von Instandhaltungskosten aufgrund einer falschen Kostenspaltung¹⁰⁵

Die Instandhaltungskosten werden in dem Maße angepasst, in dem auch der Anlagenwert gestiegen ist. Im fünften Schritt werden sinngemäß wie in Schritt vier Änderungen des Anlagenwertes in der Planperiode und daraus abgeleitete Änderungen auf die Instandhaltungskosten berücksichtigt. Bei Schritt sechs werden Abschläge für unechte Instandhaltungskosten einbezogen. Sie werden nur grob geschätzt und sollen mehr als Ziel für die Planperiode gesehen werden. Die Instandhaltungsleistungen ergeben sich aus der Summe der Wartungs-,

¹⁰⁴ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 614

¹⁰⁵ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 615

Inspektions- und Instandhaltungsleistungen. Außerdem erfolgt noch eine Aufspaltung in Reparaturbetriebsleistungen, auftragspezifischen Hilfs- und Betriebsstoffen und auftragspezifischen Reserveteilen.¹⁰⁶

Die Ermittlung des Instandhaltungsbedarfes erfolgt getrennt für ordentliche und außerordentliche Instandhaltungsleistungen. Zur ordentlichen Instandhaltungsleistung zählen die gesamten wiederkehrenden Arbeiten des kleineren oder mittleren Umfangs. Die Ermittlung des Bedarfes der ordentlichen Instandhaltungsleistung geht von einem Ansatz aus, der besagt, dass die Instandhaltungsleistung einer Periode mit statistischen Regelmäßigkeiten zu erfassen ist. Die größten Einflussfaktoren sind hier die Anlagenbetriebsstunden oder eventuell die produzierte Menge. Der Instandhaltungsbedarf variiert jedoch von den Anlagenbetriebsstunden bzw. der produzierten Menge, der in Instandhaltungsstunden ausgedrückt wird. Die Instandhaltungsstunden werden getrennt in Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsstunden gesammelt und je nach Verbrauch auf die jeweiligen Anlagentypen verteilt.¹⁰⁷

Der außerordentliche Instandhaltungsaufwand wird jedoch auftragsweise ermittelt. Hier handelt es sich um Maßnahmen, die in einem Zyklus stattfinden, der mehrere Planungsperioden umfasst. Daher ist hier mit der Gegenüberstellung zwischen Wirkung und Ursachen Vorsicht geboten, da sich die Wirkung über die vorhin erwähnten Perioden erstreckt. Die Planung der außerordentlichen Instandhaltungsplanung erfolgt hier zum Durchführungszeitpunkt. Die außerordentlichen Instandhaltungsleistungen sind im Durchführungszeitpunkt relativ flexibel, da sich der Verbrauch über einen langen Zeitraum erstreckt und der Bauteil noch genügend Reserven beinhalten sollte, um diesen Zeitraum ausfallsfrei zu überstehen. Ein wesentlicher Punkt ist auch die Deckung des wirtschaftlichen Bedarfs. Die erwarteten Instandhaltungsstunden werden der verplanten Stundenkapazität der Instandhaltung gegenübergestellt. Hier lassen sich bereits Erfordernisse der Kapazitätsanpassung erkennen. Dazu zählen die

¹⁰⁶ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 614 f

¹⁰⁷ BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 8

Entscheidung zwischen Eigen- und Fremdfertigung, Normal- Überstunden oder Fremdpersonal, weiters die Veränderung des Leistungsprogramms der Instandhaltungsbetriebe durch die zeitliche Verschiebung außerordentlicher Instandhaltungsmaßnahmen in andere Planperioden. Ein nach dieser Methode erstelltes Instandhaltungskostenbudget kann als ausreichend präzise für die zu planende Periode gesehen werden, wenn die Abhängigkeit des definierten Parameters von den Instandhaltungsleistungen gegeben ist und der auch für die zu planende Periode dies zu erwarten ist. Bei der Budgeterstellung sollte jedoch angeführt werden, welche Kosten vom Verantwortlichen der Instandhaltung beeinflussbar sind und welche nicht.¹⁰⁸

Wenn ein sehr hohes Planungsniveau vorhanden ist und diese Planungsmethode am einzelnen Anlagenelement angewendet wird, wird eine noch genauere bedarfsorientierte Planung erreicht. Die Basis bilden bei dieser Methode umfangreiche Analysen der Ursachen und Arten des Verschleißes und die Prognosen derer. Darauf werden Instandhaltungsstrategien entwickelt und das Instandhaltungsprogramm wird mit Anpassung der Kapazitäten festgelegt. Das Instandhaltungsprogramm wird über die Art und Häufigkeit der Instandhaltungsmaßnahmen bestimmt, welche eine gute Planung der Durchführung der Instandhaltung gestattet. Nach Abschluss dieser Aufgaben kann die Planung der Instandhaltungskosten erfolgen. Nebenbei wird auch eine bessere Überwachbarkeit der Instandhaltungskosten eingerichtet.¹⁰⁹

Die Nachteile dieser Methode liegen darin, dass die Struktur der Instandhaltungskosten in der Planperiode gleich wie in den vergangenen Perioden bleibt. Dabei wird unterstellt, dass sich die drei Produktionsfaktoren (Mensch, Material, Maschine) nicht verändern. Diese Annahme bedarf einer näheren Untersuchung. Eine Methode bietet die Regressionsanalyse, die die Beziehung zwischen einem Parameter aus der Produktion und den Instandhaltungskosten herstellt. Ein Beispiel dazu ist in Abbildung 16 zu finden. Hier wird das

¹⁰⁸ BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 9 f

¹⁰⁹ BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage, Seite 10

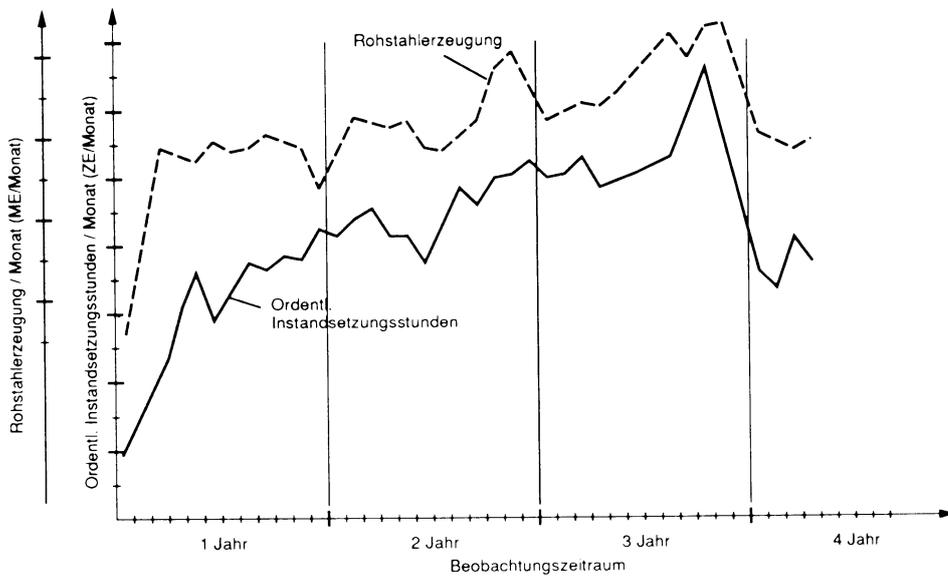


Abbildung 15: Der Verlauf der ordentlichen Instandsetzungsstunden/Monat und der Rohstahlerzeugung/Monat¹¹⁰

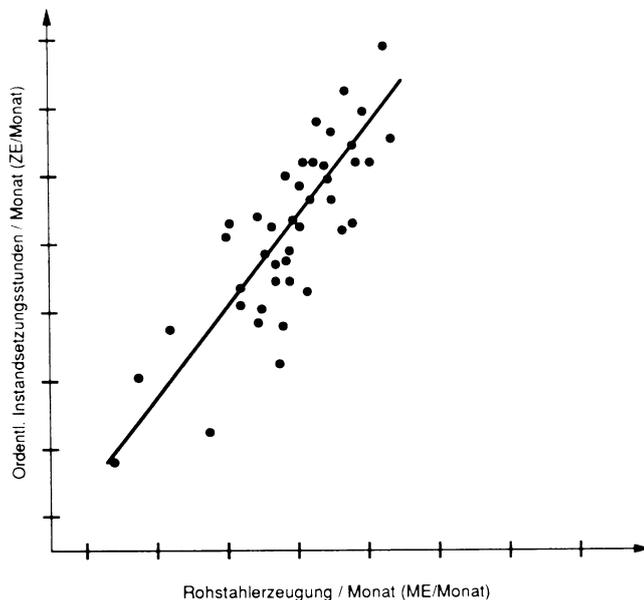


Abbildung 16: Der funktionale Zusammenhang zwischen den Instandsetzungsstunden/Monat und der Rohstahlerzeugung/Monat¹¹¹

¹¹⁰ Vgl. MIDDELMANN; U.: Planung der Instandhaltung, Th. Gabler- Verlag, Wiesbaden 1977, Abbildung 32

¹¹¹ Vgl. MIDDELMANN; U.: Planung der Instandhaltung, Th. Gabler- Verlag, Wiesbaden 1977, Abbildung 33

Produktionsvolumen (in Tonnen Rohstahl) mit den Instandsetzungsstunden für eine Anlage in Beziehung gebracht. In Abbildung 15 werden die absoluten Werte der Rohstahlerzeugung und der Instandsetzungsstunden über vier Jahre verglichen. Eine Regressionsanalyse wird in Abbildung 16 durchgeführt, dabei wird jene Gerade gesucht, die die Beziehung zwischen den Instandsetzungsstunden und der produzierten Rohstahlmenge am besten wiedergibt. Die in der Planperiode benötigten Instandsetzungsstunden errechnen sich dann wie folgt:¹¹²

$$JS^{t+1} = a_0 + b_0 \cdot P^{t+1} \quad (4)^{113}$$

JS^{t+1}	Instandhaltungsstunden
a_0, b_0	Parameter der Regressfunktion
P^{t+1}	Produktionsvolumen der Planperiode

Außer den Lohnkosten für die geplanten Instandsetzungsstunden fallen noch andere Kostenarten (Ersatzteile, Betriebsmittel etc.) an. Diese werden ebenfalls über die Regressionsanalyse ermittelt:

$$KA_1^{t+1} = a_1 + b_1 \cdot JS^{t+1} \quad (5)^{114}$$

$$KA_2^{t+1} = a_2 + b_2 \cdot JS^{t+1} \quad (6)^{115}$$

$$KA_g^{t+1} = a_g + b_g \cdot JS^{t+1} \quad (7)^{116}$$

¹¹² WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 617 ff

¹¹³ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 617

¹¹⁴ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 617

¹¹⁵ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 617

$KA_{1...g}^{t+1}$	Höhe der Kosten der Kostenart 1...g
$a_{1...g}$, $b_{1...g}$	Parameter der Regressionsfunktion
JS^{t+1}	Instandhaltungsstunden der Planperiode

Bei diesem Budgetierungsmodell wird von der alleinigen Abhängigkeit der Instandhaltungskosten vom Produktionsvolumen ausgegangen. Es wird angenommen, dass pro produzierter Einheit ein gewisses Ausmaß an Instandhaltung notwendig ist. Das stimmt insofern nicht, da bei der Anlage durch zunehmendes Alter Verschleißausfälle auftreten oder Anlagenteile altersbedingt ausfallen, und dadurch wird zusätzliche Instandhaltung notwendig. Außerdem erfolgt die Unterstellung, dass das Verhältnis zwischen Instandhaltungsleistungen und den Instandhaltungsstunden gleich bleibt. Wenn der Fall von einer ausbessernden zu einer austauschenden (ersatzteilaufwendigen) Reparatur eintritt, werden ebenfalls die Kosten verzerrt.¹¹⁷

Wenn davon ausgegangen werden kann, dass nicht grundlegende Veränderungen bei der Organisation der Instandhaltung [Übergang einer ausbessernden (lohnintensiven) zu einer austauschenden (eher ersatzteilaufwendigen) Reparatur, Fremdbezug statt Eigenfertigung, etc.] durchgeführt werden, ist dieses Verfahren sehr gut geeignet, um ein Instandhaltungskostenbudget zu erstellen. Die Basis dieses Budgets bilden die Instandhaltungsleistungen vergangener Perioden. Die Produktionsanlage wird in sinnvolle Untergruppen unterteilt, um die einzelnen Anlagentypen einer Regressionsanalyse zu unterziehen. Die hierfür erforderlichen Parameter sind je Anlagentyp einzeln zu bestimmen und müssen eine Beziehung untereinander aufweisen. Aus den so erhaltenen Kostenfunktionen wird die Summe ermittelt und für die Planperiode als Budget vorgegeben.

¹¹⁶ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 617

¹¹⁷ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981, Seite 619

In einer Studie zu einem Benchmarkingmodell wurde unter anderem die Beziehung zwischen den Instandhaltungskosten je Produktionsmenge zur Produktionsmenge untersucht. Dabei wurde ebenfalls eine Beziehung zwischen den Parametern nachgewiesen.¹¹⁸

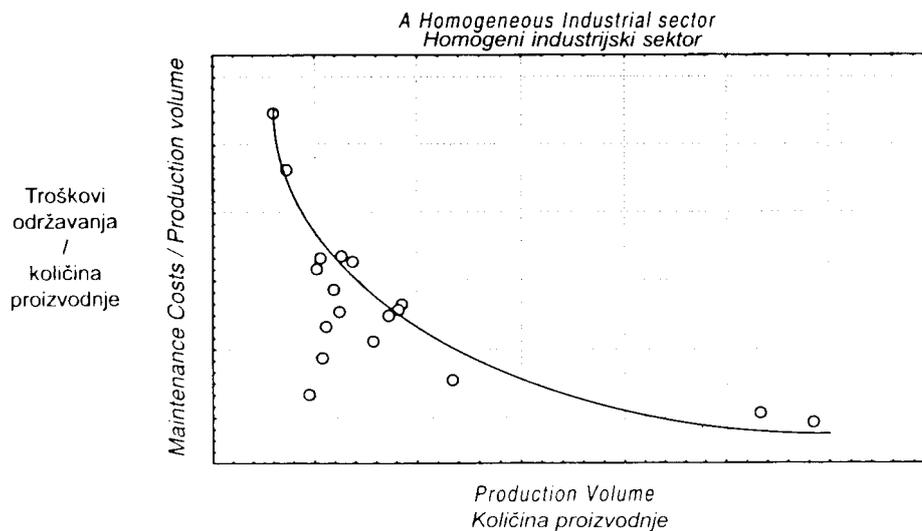


Abbildung 17: Die Beziehung der Instandhaltungskosten zur Produktionsmenge¹¹⁹

1.9 Systems Engineering

Da das Erstellen dieser Diplomarbeit eine komplexe Aufgabe darstellt, erfordert es ein systematisches Vorgehen, um die Durchführung zu ermöglichen. Es bietet sich die Theorie des Systems Engineering an, um das Problem und die Vorgehensweise zu strukturieren. In diesem Kapitel werden die Grundlagen dazu erläutert.

Systems Engineering beschreibt Denkmodelle und Grundprinzipien zur Gestaltung komplexer Systeme. Die Komponenten des Systems Engineering werden in folgende Bereiche unterteilt:¹²⁰

¹¹⁸ Vgl. KOMONEN, K.; SIEKKINEN, V.: A cost model for benchmarking in: održavanje I eksploatacija [Kroatisches Magazin für Instandhaltung] 5 (1) 11-21 2001, Seite 17

¹¹⁹ Vgl. KOMONEN, K.; SIEKKINEN, V.: A cost model for benchmarking in: održavanje I eksploatacija [Kroatisches Magazin für Instandhaltung] 5 (1) 11-21 2001, Seite 17

¹²⁰ Vgl. ZÜST, R.: Einstieg ins Systems Engineering, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 2000, Seite 22 ff

- Leitgedanken
- Leitfaden
- Methoden

Die Leitgedanken umfassen das Systemdenken und generelle Vorgehensweisen. Systemdenken soll das Systemverständnis im Planungsprozess erhöhen. Lenkungsmethodik mit Lebensphasenmodell und Problemlösungszyklus sind Bestandteile des Systems Engineering. Die zeitlichen Entwicklungsphasen werden vom Lebensphasenmodell beschrieben und der Problemlösungszyklus zeigt Arbeitsschritte, die während der Bearbeitung eines Problems beliebiger Stufe in der Regel mehrfach zyklisch durchlaufen werden. Der Problemlösungszyklus und das Lebensphasenmodell beziehen sich auf die Systemgestaltung, welche durch ein Projektmanagement gelenkt wird.¹²¹

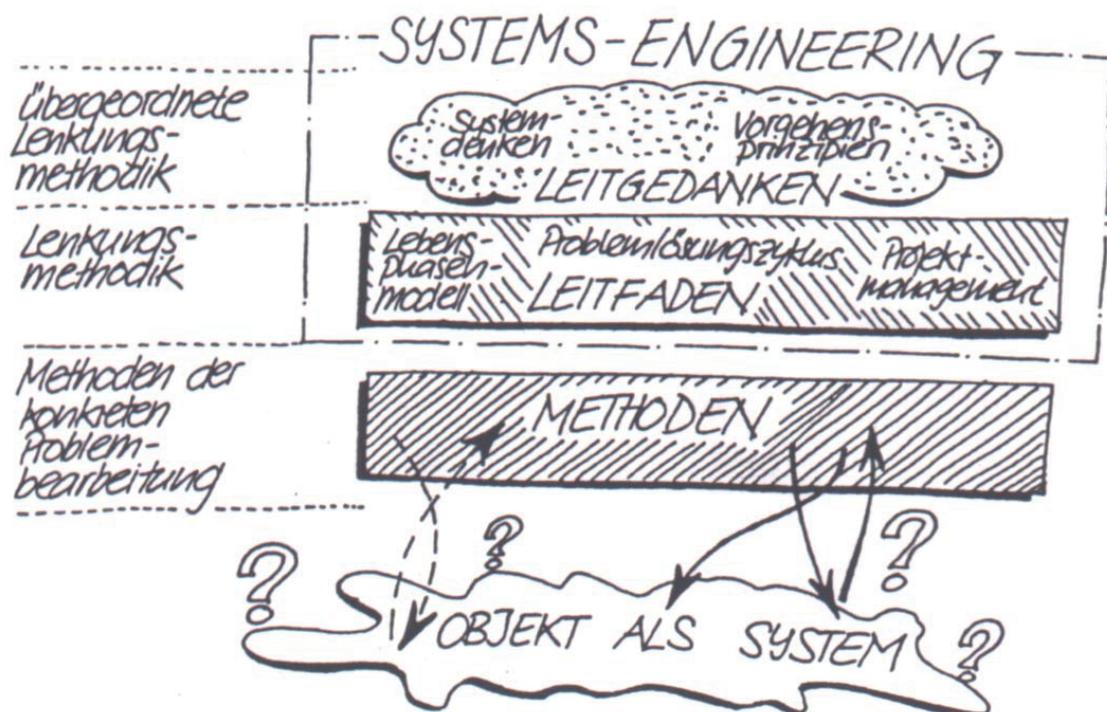


Abbildung 18: Aufbau des Systems Engineering¹²²

¹²¹ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 2

¹²² siehe ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 2

Es wurde nur der Problemlösungszyklus in der Arbeit behandelt, da nur dieser zur Erstellung der Diplomarbeit nötig war.

Das Konzept des Systems Engineering ist nicht als Kochrezept zu verstehen, es muss für jeden Fall neu ausgelegt und aufgabenspezifisch eingesetzt werden. Beim Einsatz des Systems Engineering ist daher folgendes zu beachten:¹²³

- Systems Engineering ist kein Ersatz für Erfahrung, Begabung, Fachkenntnis oder eine genauere Auseinandersetzung mit dem Problem.
- Kreativität und Intuition werden keineswegs behindert. Sie werden zur Zielerreichung genutzt.
- Systems Engineering liefert generelle Vorgehensweisen bei Problemen, die problemspezifisch anzuwenden sind.

1.9.1 Vorgehensprinzipien des Systems Engineering

Es können drei Vorgehensprinzipien unterschieden werden.¹²⁴

- *Berücksichtigung der zeitlichen Veränderung*
Systeme verändern sich im Laufe der Zeit, daher muss sich das Planungsteam mit dieser Veränderung auseinandersetzen. Dies kann in zweierlei Weisen erfolgen. Einerseits können zukünftige Veränderungen bereits im Planungsprozess berücksichtigt werden und andererseits können bei neuen Erkenntnissen die bisherigen Planungsschritte überprüft und angeglichen werden.
- *Denken in Varianten*
Eine vollständige Abdeckung des Problemfeldes in allen Planungsabschnitten wird von Systems Engineering angestrebt.¹²⁵ Die Aussagen „Eine Lösung ist keine Lösung“ und „Die erste Lösung ist nicht

¹²³ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 3

¹²⁴ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 9 ff.

¹²⁵ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 9

die beste Lösung“ spiegeln diese These im Volksmund wieder.¹²⁶ Bei der Analyse spielt das „Denken in Optionen“, „Denken in Alternativen“ oder „Denken in Szenarien“ eine wichtige Rolle.

- *Vom Überblick zur Detailbetrachtung*

Um eine Planung erfolgreich zu gestalten, ist es notwendig die Betrachtungsebenen sinnvoll zu gliedern. Hier können wieder zwei Betrachtungsweisen unterschieden werden:

Zum einen soll das System hierarchisch gegliedert und in verschiedenen Detaillierungsgraden abgebildet werden. Zum anderen ist es nützlich, zuerst umfassend zu analysieren, generelle Ziele für das gesamte System zu erstellen und eine grobe Lösung auf relativ allgemeiner Ebene zu fixieren. Der Detaillierungsgrad erhöht sich erst im Verlauf der Ausgestaltung des Lösungskonzeptes.

Im Regelfall erfolgt die praktische Anwendung der beiden Anwendungsprinzipien „Vom Überblick zur Detailbetrachtung“ bzw. „Vom Abstrakten zum Konkreten“ und „Denken in Varianten“ in Kombination.¹²⁷

1.9.2 Problemlösungszyklus

„Der Problemlösungszyklus beschreibt Arbeitsschritte, die notwendig sind, um im Rahmen eines beliebigen Planungsabschnittes von einem festgestellten Problem zu einer Lösung zu gelangen.“¹²⁸

Mit der Situationsanalyse beginnt der Problemlösungszyklus, welcher in Abbildung 19 veranschaulicht wird. Im Vordergrund stehen das Verständnis für die Funktionsweise des Systems und für die Wechselwirkungen mit dem Umfeld.¹²⁹

¹²⁶ Vgl. ZÜST, R.: Einstieg ins Systems Engineering, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 2000, Seite 36

¹²⁷ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 11

¹²⁸ ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 21

¹²⁹ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 22

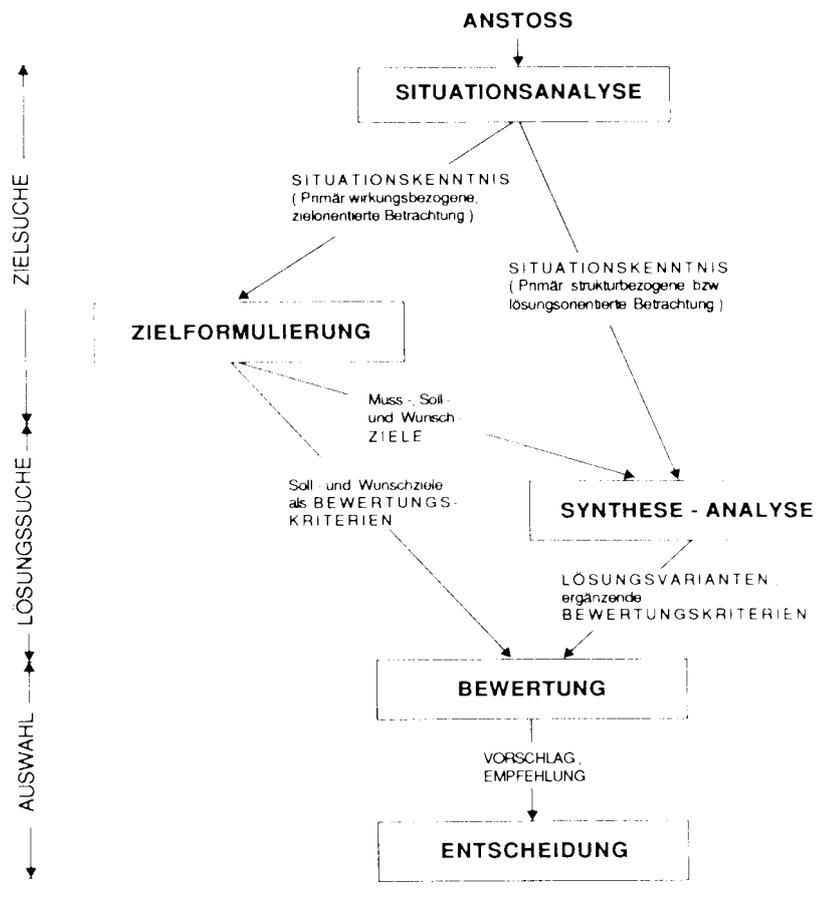


Abbildung 19: Zusammenhang zwischen den Teilschritten des Problemlösungszyklus¹³⁰

Nach Beendigung der Situationsanalyse werden die Ziele formuliert. Einerseits werden die Präferenzen des Entscheidungsträgers und andererseits die in der Situationsanalyse herausgefundenen Fakten berücksichtigt.

Im nächsten Schritt wird die Konzept-Synthese und Konzept-Analyse durchgeführt. Es ist das Ziel, ein möglichst breites und umfassendes Lösungsspektrum zu entwickeln und auf die Brauchbarkeit zu überprüfen. Als Ergebnis liegen verwendbare Lösungsvarianten vor.

Als letzten Schritt dient die Entscheidungsvorbereitung und die Beurteilung. Durch eine oder mehrere Entscheidungen über die zu verwendete Lösung wird der Problemlösungsprozess beendet.¹³¹

¹³⁰ DAENZER, W. F.; HUBER, F.: Systems Engineering, 8. Auflage Verlag Industrielle Organisation Zürich, Zürich 1994, Seite 96

1.9.3 Situationsanalyse

Der erste Schritt im Problemlösungszyklus ist die Situationsanalyse. Sie beinhaltet das systematische Betrachten der Ausgangssituation. Die Ergebnisse der Situationsanalyse bilden die Basis der Zielformulierung und Lösungssuche.

Die Situationsanalyse hat folgende Aufgaben:¹³²

- Ein ganzheitliches Erfassen der Problematik
- Begrenzen der Eingriffsmöglichkeiten für neue Maßnahmen und Konzepte
- Bilden einer Informationsgrundlage für die nächsten Bearbeitungsschritte, besonders für die Zielformulierung und die Konzeptsynthese

Die Situationsanalyse beinhaltet ein systematisches Durchleuchten eines als problematisch empfundenen Zustandes oder Verhaltens.

Die Situationsanalyse¹³³

- bildet die Basis für alle nachfolgenden Vorgehensschritte,
- ist bei der Lage- und Trendermittlung vergangenheits-, gegenwarts- und zukunftsbezogen und
- ist unvoreingenommen in Bezug auf Ziele, Lösungen und verwendbare Mittel.

Die Vorgehensweise gliedert sich wie folgt in:¹³⁴

- eine Aufgabenanalyse
- eine Ist-Analyse vom Verhalten und Zustand des Systems, welche unterteilt wird in:
 - Begrenzung von System und Umfeld
 - Analyse des derzeitigen Systems
 - Analyse des Umfeldes

¹³¹ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 23

¹³² Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 25

¹³³ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 25

¹³⁴ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 25 f.

- Stärken-Schwächen-Analyse
- Ursachen- und Wirkungsanalyse
- eine Zukunftsanalyse, die unterteilt wird in:
 - Vorhersage über das Verhalten des Umfeldes
 - Vorhersage über das Verhalten des unbeeinflussten Systems
 - Chancen-Gefahren-Analyse
- eine parallel zur Ist-Zustandsanalyse und Zukunftsanalyse lösungsorientierten Betrachtungsweise
- eine zusammengefasste Definition des Problems

1.9.4 Zielformulierung

Ziele sind Bestrebungen, was mit einer zu gestaltenden Lösung und auf dem Weg zu einer Lösung erreicht oder gemieden werden soll. Die Lösungssuche soll mit den Zielen gesteuert und nicht nachträglich erfunden werden.¹³⁵

Die Zielformulierung hat die Aufgaben:¹³⁶

- dass sich die aus der Situationsanalyse resultierenden noch unklaren Zielvorstellungen vervollständigen und in einer verbindlichen Form als Zielkatalog formuliert werden
- dass die Rahmenbedingungen, die den spezifischen Raum-Zeit-Kontext betreffen, fixiert werden
- dass dem Planungsteam die Anforderungen, die für die anschließende Lösungssuche richtungweisend sind, zur Verfügung stehen und
- dass eine Informationsbasis im Sinne einer schriftlichen Abmachung mit dem Auftraggeber für die systematische Einschätzung der Möglichkeiten in bindender Form besteht.

Inhalt der Zielformulierung ist, dass der Zielkatalog die Anforderungen an die auszuarbeitende Lösung beschreibt. Die Anforderungen zeigen die Richtung bei

¹³⁵ Vgl. DAENZER, W. F.; HUBER, F.: Systems Engineering, 8. Auflage Verlag Industrielle Organisation Zürich, Zürich 1994, Seite 135

¹³⁶ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 33

der Lösungssuche. Es werden positive Erwartungen, die in das zu gestaltende System gesetzt werden und auch zu vermeidende negative Zustände oder Verhalten des zu gestaltenden System im Zielkatalog fixiert.¹³⁷

Beim Vorgehen zur Findung eines Zielkataloges können verschiedene Planungsschritte unterschieden werden, welche einen Zyklus durchlaufen:¹³⁸

- erster Entwurf eines bereits strukturierten Zielkataloges:
 - intuitives Sammeln von Zielideen und
 - systematisches Ordnen der Ziele.
- Systematische Analyse und Anfertigen eines bereinigten Zielkataloges:
 - Überprüfung der Unbefangenheit der Lösung und der Operationalität bzw. Messbarkeit
 - Überprüfung der Vollständigkeit und des Gleichgewichtes
 - Überprüfung der Widerspruchsfreiheit und Redundanzfreiheit.
- Der Zielkatalog muss durch den Auftraggeber genehmigt werden

Das Resultat der Zielformulierung ist ein verbal ausformulierter, aussagekräftiger und strukturierter Zielkatalog, der für die Lösungsermittlung folgendes beinhaltet:

- Die Strukturierung in zwingende und nicht zwingende Ziele und
- die relative Bedeutung der Wunsch- und Optimierungsziele.¹³⁹

1.9.5 Konzeptsynthese und Konzeptanalyse

Auf die Ergebnisse der Situationsanalyse und der Zielformulierung bauen die Konzeptsynthese und Konzeptanalyse auf.¹⁴⁰

Die Aufgabe der **Konzeptsynthese** ist es,

- dass Lösungsvarianten und -ideen entwickelt werden und

¹³⁷ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 33

¹³⁸ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 34 f

¹³⁹ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 35.

¹⁴⁰ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 39

- dass das bewusst methodische oder intuitive Zusammenfügen von Lösungsvarianten und –ideen möglich ist.

Die Aufgabe der **Konzeptanalyse** ist es,

- dass unbrauchbare Varianten oder Mängel erkannt werden,
- dass eine Vorausscheidung oder Korrektur der Lösungsvarianten und –ideen möglich ist und
- dass die Variantenvielfalt im Laufe der Analyse verringert werden kann, um die darauffolgende Beurteilung effizienter zu gestalten.

Unter „*Konzeptsynthese*“ wird die Erarbeitung von Lösungen in verschiedenen Detaillierungs- und Konkretisierungsstufen verstanden. Maßgeblich zum Tragen kommen die Vorgehensprinzipien „Denken in Varianten“ und „Vom Überblick zur Detailbetrachtung“.

Mit dem Begriff „*Konzeptanalyse*“ wird die Planungstätigkeit bezeichnet, in der unbrauchbare Varianten ausgeschieden bzw. einer erneuten Überarbeitung und Verbesserung zugewiesen werden. Es wird das Ausmaß der Erfüllung aller Anforderungen geprüft.

Das Ergebnis der Lösungssuche ist eine Liste von brauchbaren Lösungsmöglichkeiten, die einer darauffolgenden Beurteilung unterliegen.¹⁴¹

1.9.6 Beurteilung und Entscheidung

„Der letzte Schritt im Problemlösungszyklus besteht aus den Teilschritten „Beurteilung“ und „Entscheidung“. Die für tauglich befundenen Lösungsvarianten der Lösungssuche werden aufgrund der nicht zwingenden Anforderungen aus der Zielformulierung und eventuell durch ergänzende Kriterien aus der Konzeptsynthese und Konzeptanalyse umfassend beurteilt.¹⁴²

¹⁴¹ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 39 f.

¹⁴² ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 43

Durch die Auswahl soll folgendes erreicht werden:¹⁴³

- eine transparente Darstellung der Beurteilungs- und Entscheidungssituation,
- die systematische und umfangreiche Beurteilung der Lösungsmöglichkeiten,
- die Unterstützung der Entschlussfassung des Entscheidungsträgers und
- eine nachvollziehbare Auswahl.

Die Entscheidungsvorbereitung stellt die Beurteilung dar. Es kann aber nicht von einer „objektiven“ Beurteilung der Möglichkeiten gesprochen werden, denn Bewertungen unterliegen immer subjektiven Wertvorstellungen und Einschätzungen. Die darauffolgende Entscheidung der Entscheidungsinstanz ist frei, deswegen müssen deren Wertvorstellungen bei der Entscheidungsvorbereitung berücksichtigt werden.¹⁴⁴

Bei der methodischen Entscheidungsvorbereitung soll beachtet werden,¹⁴⁵

- dass die Entscheidungssituation transparent gestaltet wird und
- dem Entscheider alle wichtigen Entscheidungsgrundlagen in einer überschaubaren Form präsentiert werden.

Der Entscheidungsprozess kann in nachfolgende Schritte unterteilt werden:¹⁴⁶

- Aufzeigen der Lösungsmöglichkeiten,
- Beurteilung der Lösungsmöglichkeiten,
- Entschlussfassung,
- Begründung und
- Dokumentation.

¹⁴³ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 43

¹⁴⁴ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 43

¹⁴⁵ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 43

¹⁴⁶ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 43 f

Das Ergebnis der Beurteilung kann nur ein Entscheidungsvorschlag sein, der bestenfalls Hinweis zum weiteren Vorgehen beinhaltet¹⁴⁷.

Wie sich im praktischen Teil der Diplomarbeit zeigen wird, sind die Elemente des Systems Engineering geeignet um komplexe Problemstellungen zu lösen.

¹⁴⁷ Vgl. ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999, Seite 45.

2 Praktischer Teil

2.1 Firmenprofil der Firma Egger

Der Konzern Egger umfasst 14 Produktionsstätten in Österreich, Deutschland, Frankreich und Großbritannien und produziert Holzwerkstoffe. Derzeit werden von 4700 Mitarbeitern jährlich 4,9 Millionen Kubikmeter Holzwerkstoffe hergestellt, dies entspricht einem Umsatz von Mrd. € 1,51. Die Produktpalette besteht aus Rohspanplatten, beschichteten Spanplatten, Arbeitsplatten, Fensterbänken, Fertigteilen für die Möbelindustrie und Laminatfußböden.

Die Produktion beginnt mit der Aufbereitung des eingesetzten Holzes, das anschließend mit Leim vermischt und kontinuierlich in der Conti-Roll Presse verpresst wird. Je nach Verwendungszweck werden die Rohplatten wahlweise mit oder ohne Laminatdekor versehen.

2.2 Istzustand der Budgetierung

Die derzeitige Budgetierung der Instandhaltungskosten erfolgt bei der Firma Egger in St. Johann in Tirol auf Grund von Schätzungen. Die Basis dazu bilden die letzten Geschäftsjahre. Wie sich gezeigt hat, ist diese Methode nicht zielführend, da das geplante Budget vom Istbudget teilweise erheblich differiert. Die Großreparaturen (außerordentliche Instandhaltung) wurden überschlägig geschätzt und in die zu planende Periode miteinbezogen. Die Methode ist wegen des hohen Konkurrenzdruckes nicht mehr zeitgemäß.

Die Nachteile sind, dass

- keine Tendenzen der Budgetentwicklung erkennbar sind und dass
- große Abweichungen vom Ist- zum Sollbudget auftreten.

2.3 Zielformulierung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein Budgetierungsmodell für die Instandhaltungskosten der Produktionsbereiche Conti-Roll (Presse) und Schleiferei der Rohspanproduktion aufzustellen. Die in der Literatur gebräuchlichen Budgetierungsmethoden sollen dafür analysiert werden. Aus diesen ist eine geeignete Methode für die Firma Egger in St. Johann zu finden. Dabei wird von der Hypothese ausgegangen, dass die ordentlichen Instandhaltungskosten mit einem oder mehreren Produktionsparametern in Relation stehen. Das ist mit Hilfe einer Regressionsanalyse zu untersuchen, aus deren Ergebnissen das Budgetierungsmodell zu entwickeln ist.

2.4 Konzeptsynthese und –analyse

In der Literatur finden sich zum Thema Budgetierung von Instandhaltungskosten einige Verfahren:

1. Das Verfahren **Aushandeln des Instandhaltungsbudgets** (siehe Kapitel 1.8.1) scheidet im Vorfeld aus, da in dieser Methode keine analytischen Züge zu finden sind.
2. Das Verfahren **Werte aus Betriebsvergleichen als Basis von Instandhaltungsbudget** (siehe Kapitel 1.8.2.1) wurde näher betrachtet. Dabei stellte sich heraus, dass die Vergleichsbasis nicht voll gegeben ist. Einzelne Parameter, wie Pressenlänge oder Anlagenalter, stimmten zwar überein, jedoch konnte keine vergleichbare Anlage gefunden werden. Die Presse wurde im Jahre 1992 verlängert und ist daher schwer mit unveränderten Anlagen zu vergleichen. Sie ist aber auch mit neueren Anlagen technologisch nicht mehr vergleichbar.
3. Die Methode **Instandhaltungskosten zurückliegender Perioden als Basis** (siehe Kapitel 1.8.2.2) stellt die derzeitige Budgetierungsmethode dar und wird wegen des fehlenden analytischen Charakters von Anfang an ausgeschlossen.

4. Bei der Methode **anschaffungswertbezogene Kostenvorgabe** (siehe Kapitel 1.8.2.3.1) spielt die erwartete Nutzungsdauer der Anlage den entscheidenden Faktor. Nachdem die zu erwartete Nutzungsdauer der Anlage schwer geschätzt werden kann, scheidet dieser Ansatz für die Budgeterstellung aus.
5. Soll das Budget auf die **wiederbeschaffungswertbezogenen Kostenvorgabe** (siehe Kapitel 1.8.2.3.2) aufgebaut werden, ist es unumgänglich den Wiederbeschaffungswert der Anlage zu kennen. Nachdem die Anlage 1992 auf 33 Meter Presslänge verlängert wurde und auch alle angrenzenden Aggregate eine Anpassung erfahren haben, ist es schwer den Wiederbeschaffungswert der Anlage zu bestimmen. Bei diesem Verfahren muss auch die normale Nutzungsdauer bekannt sein, deshalb scheidet dieses Verfahren ebenfalls aus.
6. Der **bedarfsorientierte Planungsansatz** (siehe Kapitel 1.8.1) geht davon aus, dass eine Beziehung zwischen den ordentlichen Instandhaltungskosten und einem oder mehreren Produktionsparametern vorliegt. Diese Parameter werden mittels einer Regressionsanalyse auf ihre Tauglichkeit hin untersucht. Die Gesetzmäßigkeit bei der ordentlichen Instandhaltung soll an einem Parameter der Produktion gekoppelt werden. Wenn die Beziehung von einem Produktionsparameter zu den ordentlichen Instandhaltungskosten nachgewiesen werden kann, ist dieses Verfahren geeignet, um das Budgetierungsmodell zu entwickeln.
Der außerordentliche Instandhaltungsaufwand wird jedoch auftragsweise ermittelt. Hier handelt es sich um Maßnahmen, die in einem Zyklus stattfinden, der mehrere Planungsperioden umfasst.

Hier soll nicht unerwähnt bleiben, dass einzelne Elemente aus unterschiedlichen Budgetierungsmethoden kombiniert werden können. Damit ist es möglich, ein individuelles Modell zu entwickeln.

2.5 Entscheidung zur Auswahl der Budgetierungsmethode

Nach umfangreicher Analyse wurde die Budgetierungsmethode **bedarfsorientierter Planungsansatz** gewählt. Die Argumente dafür sind, dass:

- das Datenmaterial für eine Regressionsanalyse ist vorhanden,
- eine Beziehung zwischen Produktionsparametern und ordentlichen Instandhaltungskosten vorliegen könnte und
- die Budgetierungsmethode analytisch ist.

Die untersuchten Parameter waren:

- Anlagenalter
- Pressenlänge
- produziertes Volumen
- produzierte Fläche
- produzierte Laufmeter
- Produktionszeit

Diese Parameter wurden mittels einer Regressionsanalyse auf ihre Tauglichkeit hin untersucht. Dabei wurden auch Kombinationen unter den einzelnen Parametern vorgenommen.

Auf Basis der Regressionsanalyse wurde ein Modell für die analytische Budgeterstellung entwickelt.

2.6 Systemabgrenzung

Für die Systemabgrenzung wurde um den beobachteten Bereich die Systemgrenze gezogen und die eingehenden (Instandhaltungsleistungen) und ausgehenden Größen (Produktionszahlen) beobachtet. Die Struktur der Anlage kann somit vernachlässigt werden, da sie für die Untersuchung nicht wesentlich ist.

Folgende acht Bereiche wurden miteinbezogen:

- Spantransport ab Trockenspansilo
- Beleimung mit Leimerei und Mischer
- Streustation

- Formstraße mit Band und Kuchenbefeuchtung und Vorpresse mit Fehlschüttung
- Conti-Roll
- Be- und Entlüftung mit Entstaubung
- Kühl- und Abstapelstraße
- Schleiferei der Rohplatten

Da es nur für die Geschäftsjahre 2000 und 2001 möglich war die Kosten in die acht Bereiche aufzuspalten, wurden diese Bereiche in allen Geschäftsjahren nur in zwei Bereiche geteilt. Die ersten sieben Bereiche wurden in den Bereich Conti-Roll zusammengefasst, der Bereich Schleiferei konnte alleine betrachtet werden.

Einen Überblick zu den Bereichen befindet sich im Anhang im Flussschema.

2.7 Vorgehensweise

Am Beginn der Arbeit stand eine umfangreiche Literaturrecherche, welche eine theoretische Übersicht zu den Budgetierungsmethoden in der Instandhaltung gab. Die verwendete Literatur wurde zum größten Teil an der Hauptbibliothek der Montanuniversität in Leoben und an der Institutsbibliothek des Institutes für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften an der Montanuniversität in Leoben entlehnt. Aus den Budgetierungsmethoden lässt sich ableiten, welche Informationen zur Erstellung eines Budgetierungsmodells für Instandhaltungskosten nötig sind.

Diese Informationen wurden dann vor Ort bei der Firma Egger in St. Johann eingeholt.

Die Erhebung der Daten gestaltete sich nicht immer leicht, da sie zur weiteren Verwendung aufbereitet werden mussten. Es konnte auch keine Unterscheidung zwischen Inspektionskosten, Wartungskosten und Instandsetzungskosten getroffen werden, da diese Unterteilung bei den Instandhaltungskosten der Firma Egger nicht gemacht wird. Diese Informationen würden speziell für die Schwachstellenforschung eine wichtige Grundlage darstellen.

Bei der Aufbereitung der Informationen erwies sich die Software SAP als sehr hilfreich, da sie geeignet ist, aus der Menge von Daten das benötigte Informationsmaterial herauszufiltern. Nachdem alle Informationen zur Verfügung standen, wurde ein Budgetierungsmodell entwickelt, welches die Bedürfnisse der Firma Egger erfüllt. Durch umfangreiche Analysen wurde ersichtlich, dass das bedarfsorientierte Budgetierungsmodell am geeignetsten ist. Es erfolgte eine Aufspaltung der Instandhaltungskosten in ordentliche und außerordentliche Instandhaltungskosten.

Die Brauchbarkeit der Produktionsparameter wurde in Regressionsanalysen untersucht. Dabei erfolgte auch die Kombinationen von Parametern, wobei die brauchbaren Kombinationen in die Diplomarbeit miteinfließen.

2.8 Analyse der Parameter:

Folgende Parameter wurden untersucht:

- Anlagenalter:
Der Parameter Anlagenalter spiegelt die zeitliche Entwicklung der Instandhaltungskosten wieder.
- Pressenlänge:
Die Pressenlänge gibt die Länge der Pressfläche der Conti-Roll an. Der Parameter Pressenlänge kann nur beim Bereich Conti-Roll verwendet werden, da er nur auf die Presse Einfluss hat.
- Produktionszeit
Dieser Parameter gibt die produzierenden Minuten pro Jahr an. Rüstzeiten, Störzeiten oder Stehzeiten werden hier nicht miteingerechnet.
- produzierte Laufmeter
Dieser Parameter gibt die produzierten Laufmeter pro Jahr an.
- produzierte Fläche
Dieser Parameter gibt die produzierten Quadratmeter pro Jahr an.
- produziertes Volumen
Dieser Parameter gibt die produzierten Kubikmeter pro Jahr an.

In der Literatur finden sich einige Informationen über die Aussagefähigkeit von Regressionsanalysen zu Budgetierungsmethoden von Instandhaltungskosten. Die Werte für die Regressionsfaktoren schwanken von 0,677 bis 0,845. Die meisten Werte bewegen sich jedoch um 0,75.¹⁴⁸

Da weniger Wertepaare als in der Literatur vorhanden sind, wird als Untergrenze der Brauchbarkeit für Wertepaare ein Regressionskoeffizient von mindestens 0,80 festgesetzt.

2.8.1 Bereich Trockenspanbunker bis Conti-Roll

Dieser Bereich bildet die Summe von sieben Unterbereichen. Die Bereiche sind:

- Spantransport ab Trockenspanilo
- Beleimung mit Leimerei und Mischer
- Streustation
- Formstraße mit Band und Kuchenbefeuchtung und Vorpresse mit Fehlschüttung
- Conti-Roll
- Be- und Entlüftung mit Entstaubung
- Kühl- und Abstapelstraße

Durch die größere Bilanzgrenze sind die teilweise kleineren Regressionskoeffizienten zu erklären, da nicht alle Unterbereiche auf die selben Parameter gleich reagieren. Um bessere Regressionskoeffizienten zu erzielen, sollte eine Unterteilung in die sieben erwähnten Unterbereiche erfolgen. Dadurch sind bessere Abhängigkeiten zu erwarten und eventuelle Abweichungen vom Budget wären leichter zuordenbar.

Eine Kombination der einzelnen Parameter wurde ebenfalls durchgeführt, dadurch ergaben sich jedoch keine Verbesserungen beim Regressionskoeffizienten.

¹⁴⁸ Vgl. MIDDELMANN; U.: Planung der Instandhaltung, Th. Gabler- Verlag, Wiesbaden 1977, Seite 131f und Abbildungen 21, 22, 33, 35, 37

2.8.1.1 Anlagenalter:

Beim Anlagenalter konnte kein großer Bezug zu den Instandhaltungskosten gefunden werden, da die ordentlichen Instandhaltungsleistungen offensichtlich zu unsystematisch ausgeführt wurden. Besonders in Geschäftsjahr 1999 ist ein unbegründeter Anstieg der ordentlicher Instandhaltungskosten zu sehen (siehe Anhang Seite 108, Abbildung 32). Aufgrund der Datenlage lässt sich ein Einfluss des Anlagenalters auf die Höhe der ordentlichen Instandhaltungskosten nicht nachzuweisen.

2.8.1.2 Pressenlänge:

Der Parameter Pressenlänge wurde mit den Werken Barony und Brilon verglichen. Barony wurde 1998 in Betrieb genommen und hat die gleiche Pressenlänge von 33 Metern. Leider konnte nur das Geschäftsjahr 2001 zum Vergleich herangezogen werden, da erst ab diesem Jahr SAP verwendet wurde. Barony ist zwar von der Länge vergleichbar, aber in der Gegenüberstellung ist St. Johann technologisch veraltet.

Das Werk wurde auch mit dem Standort in Brilon verglichen (Baujahr 1991, Pressenlänge 38 Meter). In Brilon konnten die Geschäftsjahre 1999, 2000 und 2001 ausgewertet werden. Wie im Anhang Seite 108, Abbildung 33 ersichtlich ist, besteht kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Pressenlänge und den Instandhaltungskosten.

Um die Produktionsstätten untereinander vergleichen zu können, wurden bei allen die gesamten Instandhaltungskosten (ordentliche und außerordentliche) verglichen.

2.8.1.3 Produktionszeit

Bei diesem Diagramm wird das Geschäftsjahr 1999 gestrichen, da es ein offensichtlicher „Ausreißer“ ist. Beim Betrachten des Zusammenhanges der Produktionszeit mit den ordentlichen Instandhaltungskosten (siehe Anhang Seite 109, Abbildung 34) fällt auf, dass sich die ordentlichen Instandhaltungskosten und die Produktionszeit direkt proportional verhalten. Da der Regressionskoeffizient bei 0,78 liegt, wird dieser Parameter nicht zur Erstellung des Budgetierungsmodells herangezogen.

2.8.1.4 Produzierte Laufmeter

Der Parameter produzierte Laufmeter scheint geeignet, um eine Beziehung zu den Instandhaltungskosten herzustellen (siehe Anhang Seite 109, Abbildung 35). Da der Regressionskoeffizienten aber nur 0,36 beträgt, scheidet dieser Parameter aus.

2.8.1.5 Produzierte Fläche

Der Parameter produzierte Fläche scheint ebenfalls geeignet, um eine Beziehung zu den Instandhaltungskosten herzustellen (siehe Anhang Seite 110, Abbildung 36). Da der Regressionskoeffizienten aber auch nur 0,35 beträgt, scheidet der Parameter ebenfalls aus.

2.8.1.6 Produziertes Volumen

Der Parameter produziertes Volumen scheint wieder geeignet, um eine Beziehung zu den Instandhaltungskosten herzustellen. Der Regressionskoeffizient beträgt jedoch nur 0,31 (siehe Abbildung 20). Auffällig ist, dass ein Punkt offensichtlich ein Ausreißer ist. Bei Betrachtung von anderen Diagrammen fällt ebenfalls auf, dass es im Jahre 1999 zu Unregelmäßigkeiten gekommen ist.

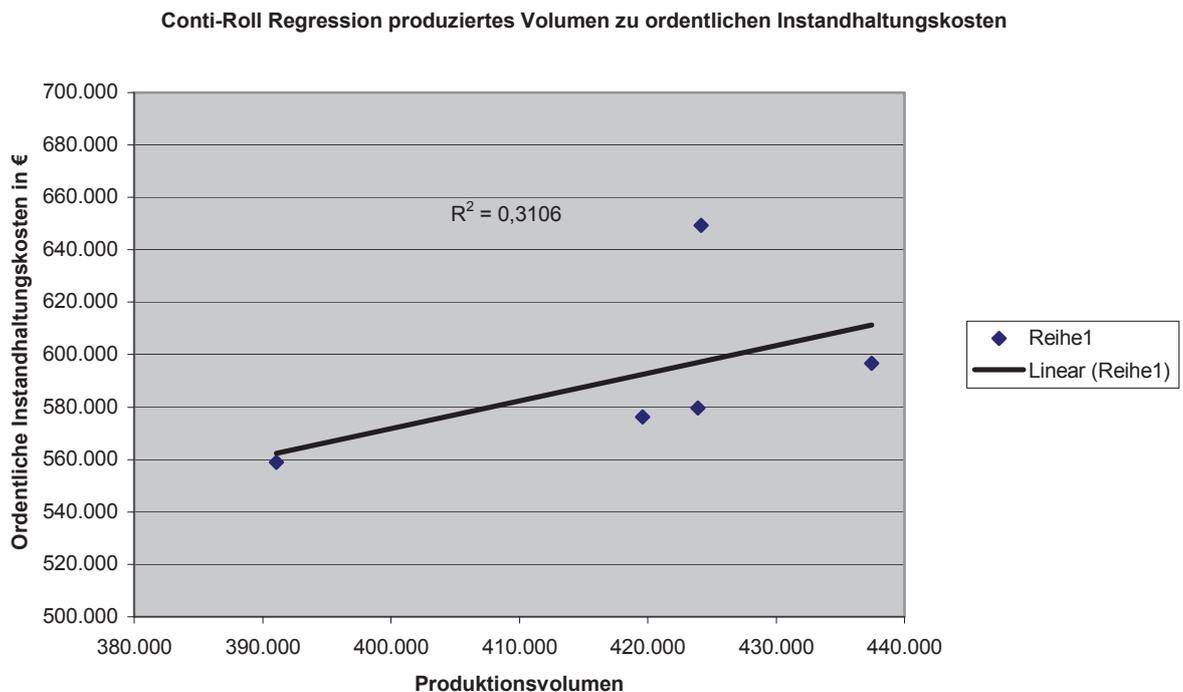


Abbildung 20: Conti-Roll Regression produziertes Volumen zu ordentlichen Instandhaltungskosten

Es wurde deutlich weniger Zeit in die geplante Instandhaltung investiert und im Gegenzug nahm die Störzeit entgegen der Tendenz der vorigen Jahre zu (siehe Seite 89, Abbildung 29). Diese Behauptung wird auch durch Abbildung 30 bestätigt, wo entgegen der Tendenz ein Rückgang bei der Verfügbarkeit zu erkennen ist. Aus diesen Gründen wird das Geschäftsjahr 1999 als nicht aussagekräftig angesehen und es wird im Bereich Conti-Roll nicht weiterverwendet, da in diesem Geschäftsjahr eine abweichende Strategie angewandt wurde.

Beim Betrachten des Zusammenhanges des Produktionsvolumens mit den ordentlichen Instandhaltungskosten fällt auf, dass sich die ordentlichen Instandhaltungskosten und das direkt proportional verhalten. Die Hypothese, dass die ordentlichen Instandhaltungskosten vom Produktionsvolumen abhängig sind, ist zulässig. Die Wertepaare ohne das Geschäftsjahr 1999 (Abbildung 21) weisen nun einen Regressionskoeffizienten von 0,95 auf und werden aus diesem Grund als Basis für das Budgetierungsmodell herangezogen.

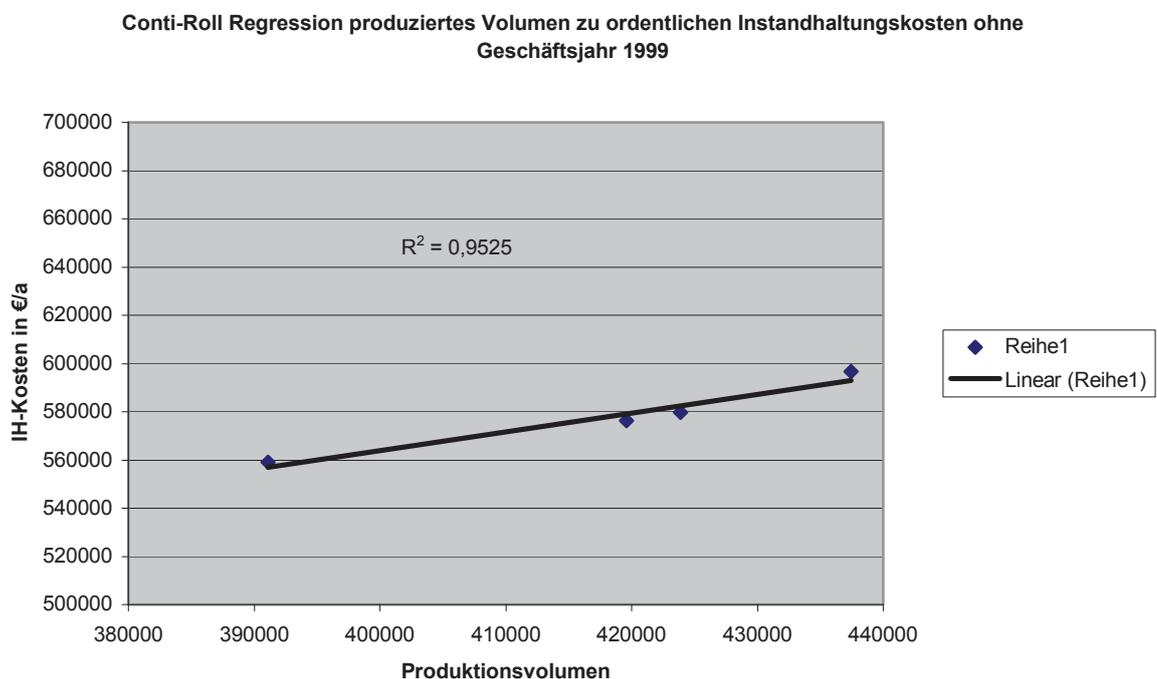


Abbildung 21: Conti-Roll Regression produziertes Volumen zu ordentlichen Instandhaltungskosten ohne Geschäftsjahr 1999

2.8.2 Bereich Schleiferei

Dieser Bereich stellt einen der ursprünglichen acht Unterbereiche dar. Durch die kleine Bilanzgrenze ist hier mit einem höheren Regressionskoeffizient zu rechnen.

2.8.2.1 Anlagenalter:

Beim Anlagenalter konnte ein sehr großer Bezug zu den Instandhaltungskosten gefunden werden (siehe Anhang Seite 110, Abbildung 37). Aufgrund der Datenanalyse lässt sich ein Einfluss des Anlagenalters auf die Höhe der ordentlichen Instandhaltungskosten nicht nachzuweisen.

2.8.2.2 Produktionszeit

Bei der Betrachtung des Zusammenhanges der Produktionszeit mit den ordentlichen Instandhaltungskosten (siehe Anhang Seite 111, Abbildung 38) fällt auf, dass die ordentlichen Instandhaltungskosten bei steigender Produktionszeit sinken.

Bei höheren Produktionszeiten bliebe keine Zeit Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen. Abermals ließe es den Trugschluss zu, dass durch höhere Produktionszeiten die ordentlichen Instandhaltungskosten gesenkt werden könnten. Deswegen scheidet dieser Parameter aus.

2.8.2.3 Produzierte Laufmeter

Der Parameter produzierte Laufmeter ist nicht geeignet, um eine Beziehung zu den Instandhaltungskosten herzustellen (siehe Anhang Seite 111, Abbildung 39). Der Regressionskoeffizienten beträgt nur 0,15, deshalb scheidet dieser Parameter aus.

2.8.2.4 Produzierte Fläche

Der Parameter produzierte Fläche scheint ebenfalls ungeeignet, um eine Beziehung zu den Instandhaltungskosten herzustellen (siehe Anhang Seite 112, Abbildung 40). Da der Regressionskoeffizienten auch nur 0,15 beträgt, kann der Parameter ebenfalls ausgeschieden werden.

2.8.2.5 Produziertes Volumen

Der Parameter produziertes Volumen scheint auf Grund des geringen Regressionskoeffizienten ungeeignet, um eine Beziehung zu den

Instandhaltungskosten herzustellen. Der Regressionskoeffizient beträgt nur 0,40 (siehe Anhang Seite 112, Abbildung 41). Bei genauerer Betrachtung ist auch erkennbar, dass mit einem steigenden Produktionsvolumen die Instandhaltungskosten offenbar sinken würden, da bei höherem Produktionsvolumen weniger Zeit bliebe, Instandhaltungsarbeiten durchzuführen. Fälschlicherweise würde der Schluss gezogen, dass durch ein höheres Produktionsvolumen die ordentlichen Instandhaltungskosten gesenkt werden könnten. Deshalb scheidet dieser Parameter aus.

2.8.2.6 Produziertes Volumen/ produzierte Fläche

Diese Kombination ist sinnvoll, da dieser Quotient die durchschnittlich produzierte Plattendicke in Metern angibt. Wie im Diagramm (siehe Anhang Seite 113, Abbildung 42) deutlich zu sehen ist, nehmen mit zunehmender Plattendicke die Instandhaltungskosten ab. Diese Annahme erscheint auch logisch, da dickere Platten bei gleichem Volumen weniger Oberfläche besitzen, die geschliffen werden muss. Diese Aussage wird durch den hohen Regressionskoeffizient von 0,82 untermauert.

2.8.2.7 Produziertes Volumen/ produzierte Laufmeter

Diese Verknüpfung ist sinnvoll, da der Quotient den durchschnittlich produzierten Plattenquerschnitt in Quadratmetern angibt. Wie in Abbildung 22 deutlich zu sehen ist, nehmen mit zunehmendem Plattenquerschnitt die Instandhaltungskosten ab. Diese Behauptung erscheint auch logisch, da Platten mit größerem Querschnitt bei gleichem Volumen und gleicher Breite weniger Oberfläche besitzen, die geschliffen werden muss. Diese Aussage wird ebenfalls durch den noch höheren Regressionskoeffizient von 0,87 untermauert.

Bei dieser Zusammensetzung fließt auch die Breite der Platte ein, weil diese Verknüpfung den durchschnittlichen Plattenquerschnitt angibt.

Aus diesen Gründen wird diese Kombination von Parametern verwendet, um das Budgetierungsmodell aufzustellen.

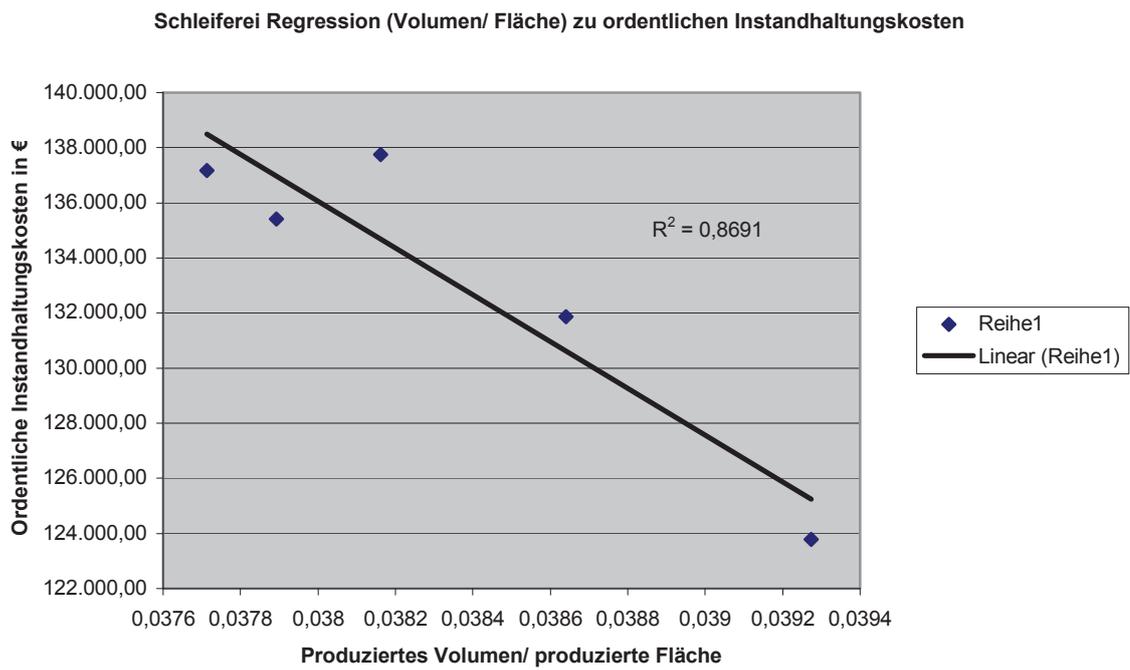


Abbildung 22: Schleiferei Regression (Volumen/Fläche) zu ordentlichen Instandhaltungskosten

2.9 Erstellen eines Budgetierungsmodells

2.9.1 Bedarfsorientiertes Budgetierungsmodell

Das Budgetierungsmodell ist an jenes in Abbildung 13 (Kapitel 1.8.3) beschriebene Verfahren angelehnt und erweitert worden.

Zur besseren Verständlichkeit des Budgetierungsmodells wurde eine Übersicht angefertigt.

Schritt Nr.	Inhalt	Zwischen- rechnungen	Kosten		
			prop.	fix	Vorzu- gebende
1	Trennung in fixe und proportionale Kosten				
	Ermittlung der Kosten je Leistungseinheit				
2	Fixe Kosten				
	Berechnung der proportionalen Kosten				
3	Außerordentliche Instandhaltungskosten				
Zwischensumme					
4	Preissteigerungen				
5	Berücksichtigung der Inflation				
Zwischensumme					
6	Steigerung der Instandhaltungskosten aufgrund der Veränderung des Anlagenwertes in vergangenen Perioden				
Zwischensumme					
7	Steigerung der Instandhaltungskosten aufgrund der Veränderung des Anlagenwertes in der Planperiode				
Zwischensumme					
8	Abschlag für unechte Instandhaltungskost.				
	Abschlag für geplante Einsparungen				
Vorzugebendes Instandhaltungskostenbudget					

Abbildung 23: Grafische Übersicht zum bedarfsorientierten Budgetierungsmodell

1.Schritt:

Hier werden die durchschnittlichen ordentlichen Instandhaltungskosten mehrerer vergangener Perioden gesammelt und in fixe und proportionale Kosten aufgeteilt. Die Trennung der ordentlichen von den außerordentlichen Instandhaltungskosten ist hier notwendig, da die Kosten der außerordentlichen Instandhaltung großen jährlichen Schwankungen unterworfen sind. Die Aufteilung in fixe und variable Instandhaltungskosten erfolgt auf Grund einer Schätzung, da keine Informationen über deren Verteilung bekannt sind.

2.Schritt:

Nun zeigt sich die Bedeutung der Trennung der produktionsvolumenabhängigen und –unabhängigen Instandhaltungskosten. Hier werden die proportionalen Kosten für die vorzugebende Planperiode errechnet. Das erfolgt durch Multiplikation der proportionalen Instandhaltungskosten je produzierter Leistungseinheit aus vergangenen Perioden mit der für die Planperiode angestrebten Zahl von Leistungseinheiten.

Wie hier bereits erkennbar ist, ist es sehr wichtig die Aufteilung der Kosten in fixe und proportionale Kosten richtig durchzuführen. Werden fixe Kosten zu niedrig angesetzt, führt es dazu, dass die proportionalen Kosten bei einem Rückgang der Produktion plötzlich ansteigen. Die geplanten Kosten werden dann überschritten und das Budget kann nicht mehr eingehalten werden.¹⁴⁹

Die richtige Aufteilung der Kosten ist also ein sehr wichtiger Faktor für die Erstellung und Kontrolle der Instandhaltungskosten.

3.Schritt:

In diesem Schritt werden die außerordentlichen Instandhaltungskosten, die getrennt ermittelt werden, hinzugerechnet.

4.Schritt:

Im nächsten Schritt werden die Mehrkosten, die entstehen wenn sich Preisänderungen ergeben berechnet und zur ersten Zwischensumme addiert. Mögliche Probleme ergeben sich hier, weil von einer pauschalen Verteuerung

¹⁴⁹ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1981, Seite 614

nicht ausgegangen werden kann. Für einige Kostenarten trifft dies zu z.B. Material und Ersatzteilkosten aber eine Erhöhung eines Meistergehaltes hat nichts mit der Steigerung des Produktionsvolumens zu tun hat.¹⁵⁰

Da über Preissteigerungen leider keine Informationen vorliegen, wurde ersatzweise in Schritt fünf die Inflation berücksichtigt.

5.Schritt:

In Schritt fünf wird die Inflation berücksichtigt, indem die bisherige Summe mit der zu erwartenden Inflation für die nächste Planungsperiode multipliziert wird. Dieser Punkt wurde eingeführt, da der absolute Betrag in Schritt vier bei der bestehenden Informationslage nicht geschätzt werden kann. Der Wert von 2,3%¹⁵¹ für die Inflation wurde aus dem Jahr 2000 genommen und für den zu planenden Abschnitt vorgegeben.

6.Schritt:

In diesem Schritt werden jene Kosten ermittelt, die sich aus der Änderung des Anlagenbestandes in vergangenen Perioden ergeben. Die Instandhaltungskosten werden in dem Maße angepasst, in dem auch der Anlagenwert gestiegen ist. Da der Anlagenwert in den letzten Jahren keine Veränderung erfahren hat, wird dieser Schritt für die Budgeterstellung für das Geschäftsjahr 2002 nicht berücksichtigt.

7.Schritt:

Hier werden sinngemäß wie in Schritt sechs Änderungen des Anlagenwertes in der Planperiode und daraus abgeleitete Änderungen auf die Instandhaltungskosten berücksichtigt. Diese Instandhaltungskosten spiegeln die erwarteten Mehrkosten wieder, die sich aus der Änderung des Anlagenbestandes in der Planperiode ergeben. Sie werden um den Prozentsatz erhöht, um den der Anlagenwert in der Planperiode steigern wird.

¹⁵⁰ WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1981, Seite 615

¹⁵¹ <http://www.iv-tirol.at/cgi-shl/trl/frames.pl?http://www.iv-tirol.at/Daten/Geschb/geschb9.html>

8.Schritt:

Schließlich werden von den nun ermittelten Instandhaltungskosten Abschläge für unechte Instandhaltungskosten (z.B. Investitionen) und für geplante Einsparungen abgezogen. Sie werden nur grob geschätzt und sollen eher als Ziel für die Planperiode gesehen werden.

Das vorzugebende Budget wird aus der Summe der acht Schritte errechnet.

2.9.2 Conti-Roll

Zur Erstellung des Budgetierungsmodells für den Bereich Conti-Roll wurde der Parameter produziertes Volumen (siehe Punkt 2.8.1.6) gewählt.

1.Schritt:

Die Trennung der ordentlichen Instandhaltungskosten in fixe und proportionale Anteile wird auf Grund der Abbildung 24 geschätzt. Dazu war es erforderlich, den Schnittpunkt der Trendlinie mit der y-Achse zu ermitteln. Dies kann entweder grafisch aus dem Diagramm oder aus der Geradengleichung abgelesen werden.

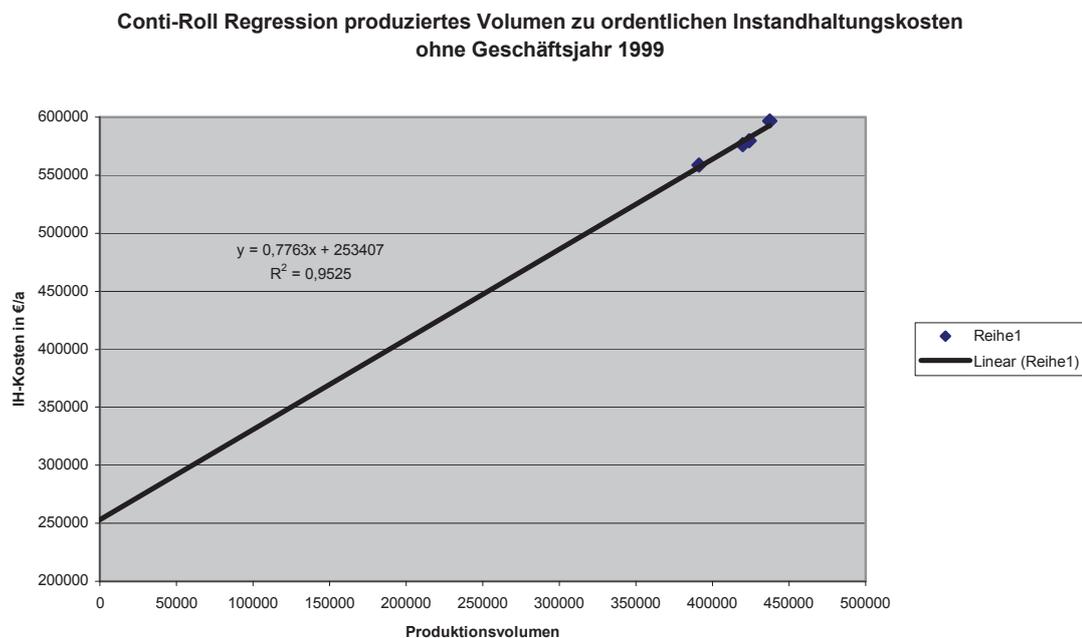


Abbildung 24: Conti-Roll Regression produziertes Volumen zu ordentlichen Instandhaltungskosten ohne Geschäftsjahr 1999

Die proportionalen Kosten je produzierter Kubikmeter können ebenfalls aus der Geradengleichung ermittelt werden. Sie betragen € 0,7763 je produziertem Kubikmeter.

Die Kosten je Kubikmeter können aber auch wie unter 2.9.1 beschrieben errechnet werden. Dazu werden die ordentlichen Instandhaltungskosten der beobachteten Jahre aufsummiert und für jedes Jahr der Anteil der fixen Kosten abgezogen. Daraus ergeben sich Kosten von € 1.298.054, analog dazu werden die produzierten Kubikmeter aufsummiert, deren Summe 1.672.006 m³ ergibt. Der Quotient aus beiden Zahlen ergibt die proportionalen Instandhaltungskosten pro Kubikmeter. Der Wert beträgt wie bei der Geradengleichung € 0,7763 je produziertem Kubikmeter.

2.Schritt:

Die fixen Instandhaltungskosten wurde aus der Geradengleichung übernommen. Demnach ergeben sich für die fixen Instandhaltungskosten **€ 253.407**.

Bei einer geplanten Produktion von 420.000 m³ ergeben sich proportionale Instandhaltungskosten von $0,7763 \cdot 420.000 =$ **€ 326.406**.

3.Schritt:

Die außerordentlichen Instandhaltungskosten wurden in den vergangenen Geschäftsjahren (1997 bis 2001) ermittelt und für die zukünftigen Perioden vorgegeben. Eine Aufstellung dieser ist im Anhang Seite 115 Abbildung 46 angeführt. Dabei wurde die ausstehenden Getriebereparaturen für das Geschäftsjahr 2002 bereits in die Tabelle aufgenommen. Die außerordentlichen Instandhaltungskosten für das Budget 2002 ergeben sich aus Abbildung 25.

Die außerordentlichen Instandhaltungskosten betragen also **€ 196.190**.

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 3 ergeben sich **€ 776.003**.

Bezeichnung	Betrag in €
Reparatur Schmachtl	6.541
Stachelscheibe ₁	7.925
Stachelscheibe ₂	5.921
Getriebe (Presse) ₁	90.000
Getriebe (Presse) ₂	67.562
Winkeltrieb (Presse)	18.241
Summe	196.190

Abbildung 25: Außerordentliche Instandhaltungskosten des Bereiches Conti-Roll für das Geschäftsjahr 2002

4.Schritt:

Da über Preissteigerungen leider keine Informationen vorliegen, wurde ersatzweise in Schritt fünf die Inflation berücksichtigt.

5.Schritt:

Der Wert für die Inflation von 2,3%¹⁵² wurde aus dem Jahr 2000 genommen und für den zu planenden Abschnitt vorgegeben. Die Basis für die Berechnung der Inflation bildet die zuvor errechnete Summe aus Schritt 1 bis 3. Die Kosten die die Inflation berücksichtigen ergeben sich wie folgt: $776.003 \cdot 0,023 = \text{€ } 17.848$.

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 5 ergeben sich **€ 793.851**.

6.Schritt:

Da der Anlagenwert in den letzten Jahren keine messbaren Veränderung erfahren hat, wird dieser Schritt für die Budgeterstellung für das Geschäftsjahr 2002 nicht berücksichtigt. **Kein Wert**

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 6 ergeben sich **€ 793.851**.

¹⁵² <http://www.iv-tirol.at/cgi-shl/trl/frames.pl?http://www.iv-tirol.at/Daten/Geschb/geschb9.html>

7.Schritt:

Da keine Veränderung des Anlagenwertes in der Planperiode vorgesehen ist, entfällt dieser Schritt. **Kein Wert**

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 7 ergeben sich **€ 793.851**.

8.Schritt:

Da die Einsparung der Instandhaltungskosten um 5% ist ein sehr hoch gestecktes Ziel ist, werden hier die versteckten Instandhaltungskosten nicht berücksichtigt.

Die Basis für die Berechnung bildet die Summe der Schritte 1 bis 7. Der Abschlag für die geplanten Einsparungen ergeben sich wie folgt: $793.851 \cdot 0,05 = -\mathbf{€ 39.693}$

Das vorzugebende Instandhaltungskostenbudget für die Planperiode ergibt sich aus der Summe der Schritte 1 bis 8: **€ 754.158**

Zur Veranschaulichung der Budgetierungsmodells wurden die Schritte in die Grafik übernommen (Abbildung 26).

Schritt Nr.	Inhalt	Zahlenbeispiel			
		Zwischen- rechnungen	Kosten		
			prop.	fix	Vorzu- gebende
1	Trennung in fixe und proportionale Kosten	Aus Geradengleichg.		253.407€	
	Ermittlung der Kosten je Leistungseinheit	$\frac{1.298.054\text{€}}{1.672.006\text{m}^3} = 0,7763\text{€}/\text{m}^3$			
2	Fixe Kosten				253.407€
	Berechnung der proportionalen Kosten für geplante 420.000 m ³ der Planperiode	$0,7763\text{€}/\text{m}^3 \cdot 420.000\text{m}^3 = 326.406\text{€}$	326.406€		326.406€
3	Außerordentliche Instandhaltungskosten	Aus Abbildung 43			196.190€
Zwischensumme					776.003€
4	Preissteigerungen	Kein Wert			
5	Berücksichtigung der Inflation von 2,3%	$773.003\text{€} \cdot 0,023 = 17.848\text{€}$			17.848€
Zwischensumme					793.851€
6	Steigerung der Instandhaltungskosten aufgrund der Veränderung des Anlagenwertes in vergangenen Perioden	Kein Wert			
Zwischensumme					793.851€
7	Steigerung der Instandhaltungskosten aufgrund der Veränderung des Anlagenwertes in der Planperiode	Kein Wert			
Zwischensumme					793.851€
8	Abschlag für unechte Instandhaltungskost.	Kein Wert			
	Abschlag für geplante Einsparungen (5%)	$793.851\text{€} \cdot 0,05 = -39.693\text{€}$			-39.693€
Vorzugebendes Instandhaltungskostenbudget					754.158€

Abbildung 26: Grafische Übersicht zum bedarfsorientierten Budgetierungsmodell beim Bereich Conti-Roll

2.9.3 Schleiferei

Zur Erstellung des Budgetierungsmodells für den Bereich Schleiferei wurden die Parameter produziertes Volumen/ produzierte Laufmeter (siehe Punkt 2.8.2.7) gewählt. Der Quotient der beiden Parameter entspricht dem durchschnittlichen Querschnitt einer produzierten Spanplatte.

1.Schritt:

Die Trennung der ordentlichen Instandhaltungskosten in fixe und proportionale Anteile ist hier nicht möglich. Die Daten lassen vermuten, dass für den Bereich der Schleiferei nur proportionale Instandhaltungskosten anfallen. Der beobachtete Bereich ist so klein, dass hier keine fixen Kosten zuordenbar sind. Dies lässt sich durch den Verlauf der Gerade in Abbildung 27 erkennen.

Bei einer geplanten Produktion von 420.000 m³ und 11.000.000 lfm ergibt sich ein Quotient von 0,03818.

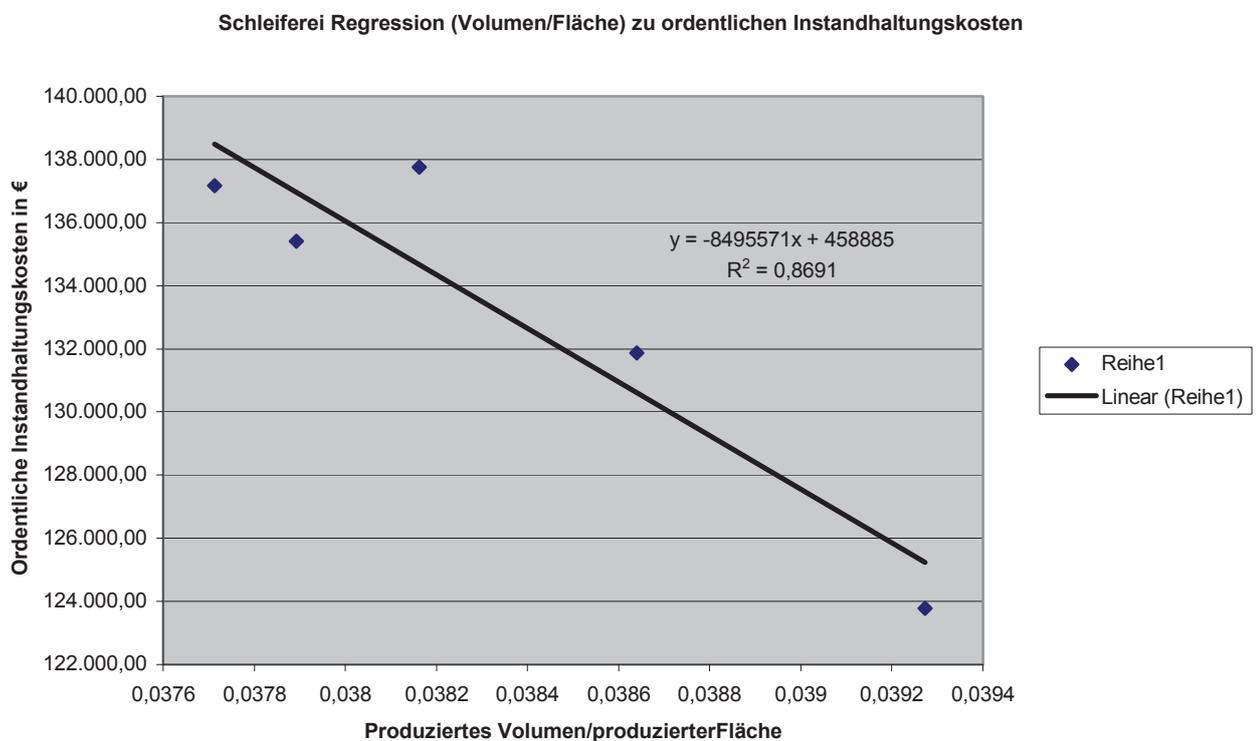


Abbildung 27: Schleiferei Regression (Volumen/Fläche) zu ordentlichen Instandhaltungskosten

2.Schritt:

Aus der Gleichung der Regressionsgerade in Abbildung 27 ergibt sich das Budget 2002 für die ordentlichen Instandhaltungskosten:

$$-8.495.571\text{€}/\text{m}^2 \cdot 0,03818\text{m}^2 + 458.885\text{€} = \text{€ } 134.524$$

3.Schritt:

Die außerordentlichen Instandhaltungskosten wurden in den vergangenen Geschäftsjahren (1997 bis 2001) ermittelt und für die zukünftigen Perioden vorgegeben. Eine Aufstellung dieser ist im Anhang Seite 114 Abbildung 45 angeführt. Die außerordentlichen Instandhaltungskosten für das Budget 2002 ergeben sich wie folgt:

Bezeichnung	Betrag in €
Drehstrommotor	7.476
Kontaktwalzen ₂	5.986
Revision Steinemann	3.485
Schleifschuh ₂	11.100
Reparatur Walzen	9.150
Rollkette incl. Lagerböcke ₂	8.328
Rollkette incl. Lagerböcke ₃	6.968
Reparatur Steinemann ₃	5.570
Summe	58.063

Abbildung 28: Außerordentliche Instandhaltungskosten des Bereiches Schleiferei für das Geschäftsjahr 2002

Die außerordentlichen Instandhaltungskosten betragen also **€ 58.063**.

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 3 ergeben sich **€ 192.587**.

4.Schritt:

Da über Preissteigerungen leider keine Informationen vorliegen, wurde ersatzweise in Schritt fünf die Inflation berücksichtigt.

5.Schritt:

Der Wert für die Inflation von 2,3%¹⁵³ wurde aus dem Jahr 2000 genommen und für den zu planenden Abschnitt vorgegeben. Die Basis für die Berechnung der Inflation bildet die zuvor errechnete Summe aus Schritt 1 bis 3. Die Kosten die die Inflation berücksichtigen ergeben sich wie folgt: $192.587 \cdot 0,023 = \text{€ } 4.430$.

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 5 ergeben sich **€ 197.017**.

6.Schritt:

Da der Anlagenwert in den letzten Jahren keine messbaren Veränderung erfahren hat, wird dieser Schritt für die Budgeterstellung für das Geschäftsjahr 2002 nicht berücksichtigt. **Kein Wert**.

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 6 ergeben sich **€ 197.017**.

7.Schritt:

Da keine Veränderung des Anlagenwertes in der Planperiode vorgesehen ist, entfällt dieser Schritt. **Kein Wert**.

Für die Zwischensumme der Schritte 1 bis 7 ergeben sich **€ 197.017**.

8.Schritt:

Da die Einsparung der Instandhaltungskosten um 5% ein sehr hoch gestecktes Ziel ist, werden hier die versteckten Instandhaltungskosten nicht berücksichtigt. Die Basis für die Berechnung bildet die Summe der Schritte 1 bis 7. Der Abschlag für die geplanten Einsparungen ergeben sich wie folgt: $197.017 \cdot 0,05 = \text{-€ } 9.851$.

Das vorzugebende Instandhaltungskostenbudget für die Planperiode ergibt sich aus der Summe der Schritte 1 bis 8: **€ 187.166**.

¹⁵³ <http://www.iv-tirol.at/cgi-shl/trl/frames.pl?http://www.iv-tirol.at/Daten/Geschb/geschb9.html>

2.10 Interpretation und Ausblick

Die eingeholten Informationen waren erst ab Geschäftsjahr 2000 in acht Unterbereiche aufspaltbar, daher konnte das Budgetierungsmodell nicht in jener ursprünglich angestrebten Detaillierung ausgeführt werden, da die Geschäftsjahre bis 1999 nur in zwei Unterbereiche aufspaltbar waren. Daher wurde das Budgetierungsmodell in zwei Bereiche unterteilt. Bei den Abbildungen 20 bis 22 und 32 bis 42 fällt auf, dass die Regressionskoeffizienten im Bereich Schleiferei bei den meisten Parametern größer sind als im Bereich Conti-Roll. Der Grund liegt darin, dass der Bereich Conti-Roll eigentlich aus sieben Bereichen besteht, der Bereich Schleiferei jedoch nur aus einem. Soll die Budgetierung in Zukunft noch genauer werden, ist es sinnvoll, zu den acht Bereichen zurückzukehren und für jeden Bereich ein Budget zu erstellen, da dann das dazu erforderliche Informationsmaterial vorhanden ist. Dadurch wären eventuelle Abweichungen vom vorgegebenen Budget besser zuzuordnen und eventuelle Schwachstellen in der Produktion leichter lokalisierbar.

Auffällig ist auch keine Kontinuität der ordentlichen Instandhaltungskosten. Besonders im Geschäftsjahr 1999 wurde deutlich zuviel ordentliche Instandhaltung im Bereich Conti-Roll durchgeführt, das auf einen offensichtlichen Defizit in der Planung in diesem Geschäftsjahr hinweist. Daher musste im Bereich Conti-Roll dieses Geschäftsjahr für das Budgetierungsmodell herausgenommen werden. Doch das Geschäftsjahr 1999 fällt noch durch mehrere andere Unregelmäßigkeiten auf. Obwohl die ordentlichen Instandhaltungskosten zu hoch waren, sank die Zeit für geplante Wartung im Vergleich zum Geschäftsjahr 1998 deutlich ab (Abbildung 29).

Die vermehrten ordentlichen Instandhaltungskosten entstanden also durch ungeplante Wartung, wobei diese Hypothese auch durch die deutliche Zunahme der Störzeiten und der daraus resultierenden niedrigeren Verfügbarkeit (Abbildung 30) bestätigt wird.

Die Instandhaltungsleistungen wurden also dazu verwendet, die vermehrten Störungen zu beseitigen und das verursachte überproportionale Kosten.

Im Geschäftsjahr 2001 wurde annähernd gleich viel geplante Wartung wie 1999 durchgeführt, jedoch mit deutlich geringeren ordentlichen Instandhaltungskosten.

Entwicklung der Störzeit und der geplanten Wartung des Bereiches Rohplatte

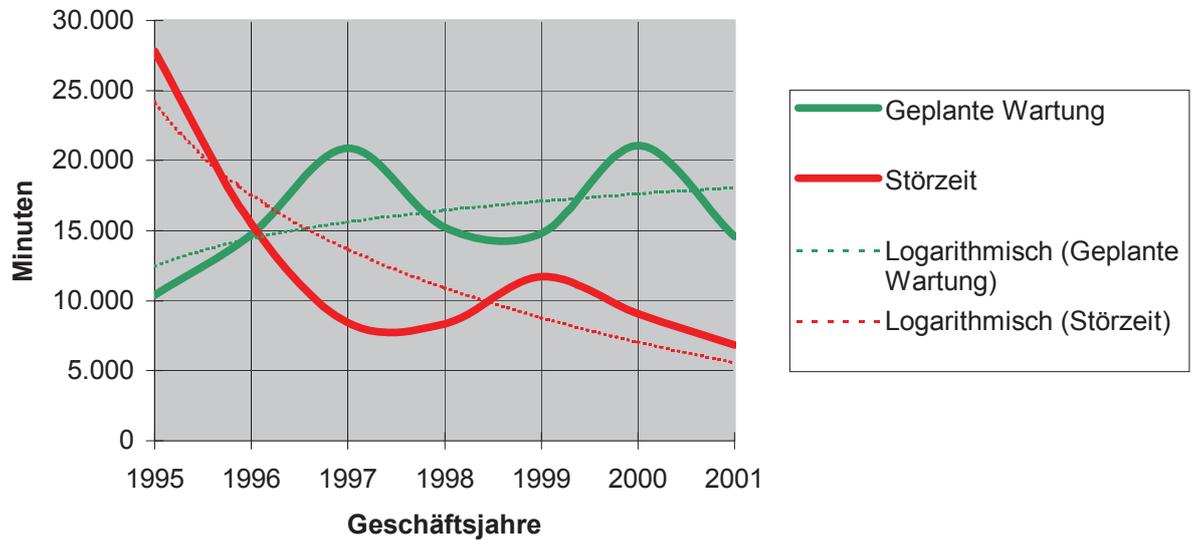


Abbildung 29: Entwicklung der Störzeit und der geplanten Wartung des Bereiches Rohplatte

Verfügbarkeiten der Geschäftsjahre 1995 bis 2001

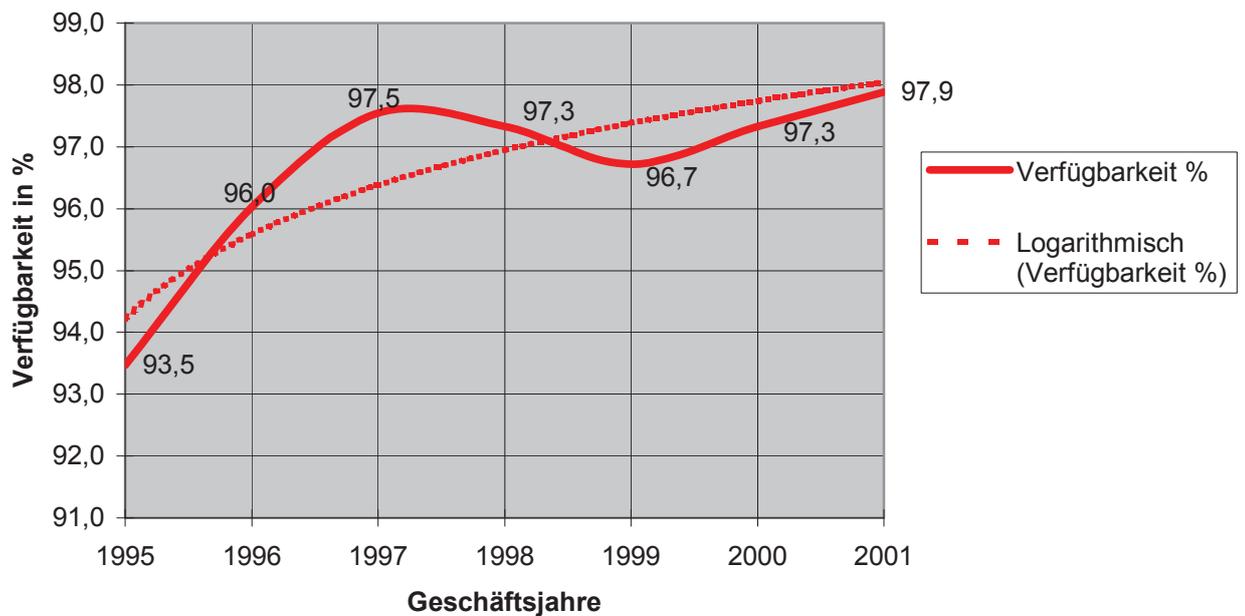


Abbildung 30: Verfügbarkeiten der Geschäftsjahre 1995 bis 2001

Dies ist ein sehr gutes Beispiel, wie durch gute Planung und Mitarbeiterschulungen Instandhaltungskosten eingespart werden können. Geschulte und motivierte Mitarbeiter erkennen früher Unregelmäßigkeiten im Produktionsablauf und können bereits in Vorfeld Störungen durch sofortiges Eingreifen verhindern oder vermindern. Daher ist es wichtig, durch Kennzahlen die Schulungsintensität und die Zufriedenheit der Mitarbeiter laufend zu beobachten. Diese Werte sind im Kennzahlensystem, das durch das Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften der Montanuniversität Leoben mit aufgebaut wurde, einsehbar. Wie in der Abbildung 31 zu sehen ist, ist das Budget sehr stark mit dem Kennzahlensystem verknüpft.

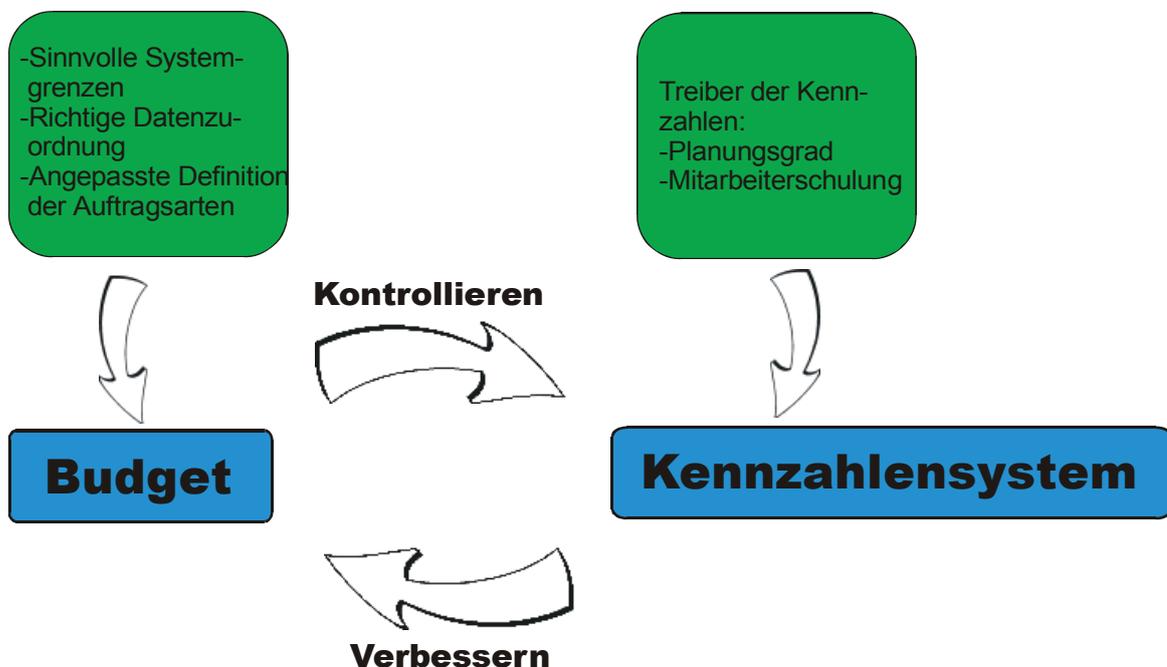


Abbildung 31: Zusammenhang Budget-Kennzahlensystem

Einerseits wird das Budget durch das Kennzahlensystem kontrolliert andererseits erfolgt eine Verbesserung des Budgets der nächsten Planperiode. Bei der Budgeterstellung ist es wichtig, sinnvolle Systemgrenzen zu definieren und eine exakte Zuordnung der Instandhaltungskosten zu ermöglichen. Darüber hinaus ist auch auf die angepasste Definition der Auftragsarten zu achten. Beim Kennzahlensystem sind die Treiber der Kennzahlen hier als Lenkungsinstrumente des Systems zu sehen.

Beim Vergleichen des Bilanzraumes Rohplatte fällt auf, dass die Instandhaltungskosten in Euro je produziertem Kubikmeter in St. Johann durchwegs höher sind als im Werk Brilon. Bei der Abbildung 43 im Anhang auf der Seite 113 sind auch noch große Ausschläge nach oben in den Instandhaltungskosten zu sehen, welche bei den Großreparaturen entstehen. Wird die Bilanzgrenze jedoch um den Bereich Conti-Roll und Schleiferei gezogen, so fällt auf, dass die Instandhaltungskosten in Euro je produziertem Kubikmeter im Vergleich (Abbildung 44, Seite 114) fast immer am geringsten sind. Beim Vergleich wurde auch das Werk in Barony aufgenommen, das genau die gleiche Presslänge von 33 m wie in St. Johann aufweist. Die Presse in Barony wurde 1998 in Betrieb genommen, daher ist hier noch nicht mit großen außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Trotzdem ist der verfügbare Wert der Instandhaltungskosten höher als in St. Johann.

Der scheinbare Widerspruch tritt dadurch auf, dass im Bilanzbereich Rohplatte die Spanaufbereitung und der Spantrockner aufscheinen. Die Spanaufbereitung und der 17 Jahre alte Trockner kristallisierten sich als Schwachpunkt im Bereich Rohplatte heraus, weil die übrigen Bereiche (Conti-Roll und Schleiferei) durchaus konzerninternen Vergleichen standhalten. Hier wird deutlich wie wichtig es ist, Anlagen in kleinen Bilanzgrenzen zu vergleichen, da somit Schwachstellen leichter lokalisiert werden können. Da im Egger Konzern die Vergleichsmöglichkeit zwischen den Werken besteht, soll diese Möglichkeit genutzt werden um eine Optimierung der Instandhaltung für die einzelnen Anlagen durchzuführen. Die Einführung eines konzerninternen Benchmarking Systems wäre ein mögliches Werkzeug dazu.

Wie am Standort St. Johann zu sehen ist (Abbildung 30, Seite 89), schwankt die Verfügbarkeit in den Geschäftsjahren 1995 bis 2001 von 93,5 % bis 97,9 %, wobei ein Aufwärtstrend zu erkennen ist. Eindrucksvoll ist auch die Entwicklung zu geringeren Störzeiten zu beobachten (Abbildung 29, Seite 89). Im Diagramm ist auch ersichtlich, dass die Wartung zu unsystematisch ausgeführt wird, weil sich die Kurve der geplanten Wartung auf keinen Wert einpendelt.

2.11 Zukünftige Anwendung

Die Bereiche Conti-Roll und Schleiferei stellen die Kernbereiche der Spanplattenerzeugung dar, jedoch wäre es sinnvoll dieses Budgetierungsmodell auch auf die anderen Bereiche und Werke auszudehnen. Dieses Budgetierungsmodell mit seinen theoretischen Grundlagen stellt eine gute Basis dar, um daraus ein Gesamtmodell zu entwickeln. Einerseits erleichtert es die Budgeterstellung, andererseits verbessert es die Kontrolle der Instandhaltungskosten, da die direkten Instandhaltungskosten eng an Produktionsparameter gekoppelt sind.

Für diesen Schritt ist eine umfassende Erhebung und Analyse der Instandhaltungskosten notwendig, um aus den gewonnenen Informationen je ein Budgetierungsmodell für die anderen Bereiche und Werke erstellen zu können.

Dazu ist es erforderlich, sinnvolle Bilanzgrenzen zu definieren, um die aussagekräftigen Produktionsparameter zu finden. Die Zuordnung der Instandhaltungskosten muss in jene definierten Bereiche exakt möglich sein um ein Budgetierungsmodell für den definierten Bereich zu erstellen und um eventuelle Abweichungen vom Budget sofort zuordnen zu können. Das Budgetierungsmodell soll dadurch exakter werden, dass zukünftig die tatsächlichen Kosten der Instandhaltung jedes Jahr wieder in das Budgetierungsmodell miteinfließen.

Bei kleineren Bilanzgrenzen (wie im Bereich Schleiferei) treten nur mehr proportionale Kosten auf, weil die Instandhaltungskosten besser zuordenbar sind. Wenn nur mehr proportionale Kosten auftreten, besteht die Gefahr, dass die verbliebenen fixen Kosten (Verwaltung, etc.) falsch aufgeteilt werden.

Bei einer langfristigen Betrachtung kann auch der zeitliche Verlauf der Material- und Personalkosten verfolgt werden. Dieser Verlauf gibt den Einfluss des Alters der Anlage auf die Instandhaltungskosten wieder und ist wichtig für die Prognose Instandhaltungskostenentwicklung für andere Werke.

Wie aus der Analyse der Daten zu sehen ist, konnten einige Schwachstellen aufgedeckt werden. Bei der Erstellung eines umfassenden Budgetierungsmodells kann davon ausgegangen werden, dass entsprechend mehrere Schwachstellen offengelegt werden.

2.12 Zusammenfassung

Die derzeitige Budgetierung der Instandhaltungskosten erfolgt bei der Firma Egger in St. Johann in Tirol auf Grund von Schätzungen. Die Basis dazu bilden die letzten Geschäftsjahre. Wie sich gezeigt hat, ist diese Methode nicht zielführend, da das geplante Budget vom Istbudget teilweise erheblich differiert. Die Methode ist wegen des hohen Konkurrenzdruckes nicht mehr zeitgemäß.

Das Ziel dieser Arbeit ist, aus der Literatur zu den Budgetierungsmethoden der Instandhaltungskosten und den Grundlagen von Systems Engineering ein Modell für eine analytische Budgetierung abzuleiten und aufzustellen, das für die Firma Egger in St. Johann in Tirol zutrifft.

In einem ersten Schritt wurde eine Recherche über verschiedene Budgetierungsmethoden für die Instandhaltung durchgeführt. Die theoretischen Grundlagen wurden zum besseren Verständnis der Diplomarbeit im ersten Teil behandelt.

Es erfolgte eine Analyse der Budgetierungsmethoden und deren Tauglichkeit. Die erhobenen Daten wurden ausgewertet und dienten als Basis für die Entscheidung zu einer bedarfsorientierten Budgetierungsmethode. Neben der bedarfsorientierten Budgetierungsmethode finden sich in der Literatur noch kennzahlenorientierte Methoden und die Methode des Aushandelns von Instandhaltungskosten.

Es erfolgte eine Aufspaltung der Instandhaltungskosten in ordentliche und außerordentliche Instandhaltungskosten, da die außerordentlichen eine überschaubare Anzahl von Einzelmaßnahmen darstellen und sie für jedes Jahr einzeln ausgewiesen werden. Es wurde von der Hypothese ausgegangen, dass die Instandhaltungskosten mit einem oder einer Kombination mehrerer Produktionsparameter in Relation stehen. Dabei zeigte es sich, dass die ordentlichen Instandhaltungskosten von Parametern der Produktion abhängig sind. Die Brauchbarkeit der Produktionsparameter zeigte sich in Regressionsanalysen. Dabei erfolgte auch die Kombinationen von Parametern, wobei die brauchbaren Kombinationen in die Diplomarbeit miteinfließen.

Auf Basis der gewonnenen Informationen wurde ein bedarfsorientiertes Budgetierungsmodell erstellt.

Das bedarfsorientierte Budgetierungsmodell wurde für einen repräsentativen Teil der Anlage erstellt. Die Bereiche wurden in 2 Unterbereiche gegliedert (Conti-Roll und Schleiferei), um die Instandhaltungsleistungen detaillierter zu betrachten. Dazu wurde ein Produktionsflussdiagramm erstellt, um einen besseren Überblick zu erhalten.

Der Vorteil dieses Modells liegt in der einfacheren und schnelleren Erstellung des Instandhaltungsbudgets.

2.13 Literaturverzeichnis

- BECKMANN; G.: Instandhaltung von Anlagen, Dt. Verl. Für Grundstoffindustrie, Leipzig 1994
- BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990
- BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten, Unveröffentlichte Arbeitsunterlage
- BIEDERMANN, H.: Erfolgsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985
- BIEDERMANN, H.: Erfassung und Auswertung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992
- BIEDERMANN, H., WOLFBAUER, J.: Wirtschaftlichkeitsfragen der Instandhaltung in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992
- BROCKHAUS, F. A.: Der Brockhaus in 15 Bänden, Mannheimer Morgen Großdruckerei und Verlag GmbH, Oldenburg 1997
- BRONSTEIN, I. N.: Taschenbuch der Mathematik, Harri Deutsch Verlag, Thun und Frankfurt/Main 1991
- DAENZER, W. F.; HUBER, F.: Systems Engineering, 8. Auflage Verlag Industrielle Organisation Zürich, Zürich 1994
- GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000
- GERICKE, E.: Zuverlässigkeitstechnik als Grundlage für eine systematische Instandhaltung. in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992
- GIESBERT, H.: Erfassen und Überwachen von Instandhaltungskosten, München 1969

- HACKSTEIN, R.; SENT, B.: Arbeitsvorbereitung in der Instandhaltung in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992
- HECK, K.: Begriff, Wesen, Arten und Systematisierung der Instandhaltungskosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992
- INDUSTRIELLENVEREINIGUNG TIROL: <http://www.iv-tirol.at/cgi-shl/trl/frames.pl?http://www.iv-tirol.at/Daten/Geschb/geschb9.html>, Abruf 28.August.2001 22:42
- KLEIN, W.: Optimale Planung und Steuerung der Instandhaltung Verlag TÜV Rheinland, Köln 1988
- KOMONEN, K.; SIEKKINEN, V.: A cost model for benchmarking in: odrodrzavanje I eksploatacija [Kroatisches Magazin für Instandhaltung] 5 (1) 11-21 2001
- MÄNNEL, W.: Anlagenausfallkosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992
- MIDDELMANN; U.: Planung der Instandhaltung, Th. Gabler- Verlag, Wiesbaden 1977
- N.N. Fremdwörterbuch Wirtschaft, Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden 1994
- N.N. Duden, Fremdwörterbuch, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus Ar, Mannheim 1997
- N.N.: VDI-Richtlinie 2895: Organisation der Instandhaltung Beuth Verlag GmbH, Berlin 1991
- OBERHOFER, A. F.: Planung und Kosten, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1985
- ÖNORM M8100. Instandhaltung, 01.04.1985
- SARWAT A.: Optimierung der Anlageninstandhaltung, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1989
- SCHELO, S. J.: Integrierte Instandhaltungsplanung und -steuerung mit elektronischer Datenverarbeitung Erich Schmidt Verlag, Berlin 1972
- STATISTISCHES BUNDESAMT: Fachserie 4, Reihe3.1 Wiesbaden 2000

- TREML C.: Instandhaltungsstrategien – Allgemeine Grundlagen, Strategievarianten und Strategiebestimmung, Studienarbeit am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften der Montanuniversität Leoben, Leoben 1990
- UNIVERSITÄT HANNOVER: Institut für Qualitätssicherung, <http://www.iq.uni-hannover.de/vorlesung/am/inhalt.htm>, Abruf 23. März 2001 21:27
- WARNECKE, H.-J.: Instandhaltung Grundlagen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981
- WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992
- ZÜST, R.: Systems Engineering: kurz und bündig, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 1999
- ZÜST, R.: Einstieg ins Systems Engineering, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 2000

2.14 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 : ANLAGENWIRTSCHAFTSKREIS.....	8
ABBILDUNG 2: GLIEDERUNG DER BEGRIFFE UND AUFGABENFELDER DER INSTANDHALTUNG	10
ABBILDUNG 3: URSACHEN DER ZUNEHMENDEN BEDEUTUNG DER INSTANDHALTUNG.....	13
ABBILDUNG 4: VOR- UND NACHTEILE DER INSTANDHALTUNGSSTRATEGIEN	16
ABBILDUNG 5. OPTIMALES PLANUNGS- UND INFORMATIONSNIVEAU	20
ABBILDUNG 6 BEZIEHUNGSMATRIX DER FORMALZIELE DER INSTANDHALTUNG.....	23
ABBILDUNG 7: HIERARCHIE DER KOSTENSTELLEN	29
ABBILDUNG 8: ZEITLICHER VERLAUF VON INDIREKTEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	32
ABBILDUNG 9: PRINZIPIELLER DATENFLUSS BEI DER ABRECHNUNG VON INSTANDHALTUNGSLEISTUNGEN	33
ABBILDUNG 10: INFORMATIONSTRÄGER UND -ELEMENTE IM KOSTENABRECHNUNGSSYSTEM	34
ABBILDUNG 11: BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG EINER AM ANSCHAFFUNGSWERT ORIENTIERTEN INSTANDHALTUNGSKOSTENVORGABE.....	41
ABBILDUNG 12: BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG EINER AM WIEDERBESCHAFFUNGSWERT ORIENTIERTEN INSTANDHALTUNGSKOSTENVORGABE.....	43
ABBILDUNG 13: IN DER BUDGETPERIODE ZU ERWARTENDE VERÄNDERUNG DER INSTAND- HALTUNGSLEISTUNGEN BERÜCKSICHTIGENDE METHODE DER VORGABE VON INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	46
ABBILDUNG 14: BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG EINER FEHLERHAFTEN BUDGETIERUNG VON INSTANDHALTUNGSKOSTEN AUFGRUND EINER FALSCHEN KOSTENSPALTUNG.....	47
ABBILDUNG 15: DER VERLAUF DER ORDENTLICHEN INSTANDSETZUNGSSTUNDEN/MONAT UND DER ROHSTAHLERZEUGUNG/MONAT	50
ABBILDUNG 16: DER FUNKTIONALE ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEN INSTANDSETZUNGSSTUNDEN/MONAT UND DER ROHSTAHLERZEUGUNG/MONAT	50
ABBILDUNG 17: DIE BEZIEHUNG DER INSTANDHALTUNGSKOSTEN ZUR PRODUKTIONSMENGE	53
ABBILDUNG 18: AUFBAU DES SYSTEMS ENGINEERING	54
ABBILDUNG 19: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEN TEILSCHRITTEN DES PROBLEMLÖSUNGSZYKLUS	57

ABBILDUNG 20: CONTI-ROLL REGRESSION PRODUZIERTES VOLUMEN ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	72
ABBILDUNG 21: CONTI-ROLL REGRESSION PRODUZIERTES VOLUMEN ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN OHNE GESCHÄFTSJAHR 1999.....	73
ABBILDUNG 22: SCHLEIFEREI REGRESSION (VOLUMEN/FLÄCHE) ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	76
ABBILDUNG 23: GRAFISCHE ÜBERSICHT ZUM BEDARFSORIENTIERTEN BUDGETIERUNGSMODELL.....	77
ABBILDUNG 24: CONTI-ROLL REGRESSION PRODUZIERTES VOLUMEN ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN OHNE GESCHÄFTSJAHR 1999.....	80
ABBILDUNG 25: AUßERORDENTLICHE INSTANDHALTUNGSKOSTEN DES BEREICHES CONTI- ROLL FÜR DAS GESCHÄFTSJAHR 2002.....	82
ABBILDUNG 26: GRAFISCHE ÜBERSICHT ZUM BEDARFSORIENTIERTEN BUDGETIERUNGSMODELL BEIM BEREICH CONTI-ROLL.....	84
ABBILDUNG 27: SCHLEIFEREI REGRESSION (VOLUMEN/FLÄCHE) ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	85
ABBILDUNG 28: AUßERORDENTLICHE INSTANDHALTUNGSKOSTEN DES BEREICHES SCHLEIFEREI FÜR DAS GESCHÄFTSJAHR 2002.....	86
ABBILDUNG 29: ENTWICKLUNG DER STÖRZEIT UND DER GEPLANTEN WARTUNG DES BEREICHES ROHPLATTE.....	89
ABBILDUNG 30: VERFÜGBARKEITEN DER GESCHÄFTSJAHE 1995 BIS 2001.....	89
ABBILDUNG 31: ZUSAMMENHANG BUDGET-KENNZAHLENSYSTEM.....	90
ABBILDUNG 32: KOSTENVERLAUF CONTI-ROLL.....	108
ABBILDUNG 33: INSTANDHALTUNGSKOSTENVERGLEICH MIT UNTERSCHIEDLICHER PRESSENLÄNGE DER CONTI-ROLL.....	108
ABBILDUNG 34: CONTI-ROLL REGRESSION PRODUKTIONSZEIT ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	109
ABBILDUNG 35: CONTI-ROLL REGRESSION PRODUZIERTE LAUFMETER ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	109
ABBILDUNG 36: CONTI-ROLL REGRESSION PRODUZIERTE FLÄCHE ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	110
ABBILDUNG 37: KOSTENVERLAUF SCHLEIFEREI.....	110
ABBILDUNG 38 SCHLEIFEREI REGRESSION PRODUKTIONSZEIT ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	111

ABBILDUNG 39 SCHLEIFEREI REGRESSION PRODUZIERTE LAUFMETER ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	111
ABBILDUNG 40: SCHLEIFEREI REGRESSION PRODUZIERTE FLÄCHE ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	112
ABBILDUNG 41: SCHLEIFEREI REGRESSION PRODUZIERTES VOLUMEN ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	112
ABBILDUNG 42: SCHLEIFEREI REGRESSION (PRODUZIERTES VOLUMEN ZU PRODUZIERTER FLÄCHE) ZU ORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN.....	113
ABBILDUNG 43: VERGLEICH INSTANDHALTUNGSKOSTEN DES BEREICHES ROHPLATTE ST. JOHANN-BRILON.....	113
ABBILDUNG 44: VERGLEICH INSTANDHALTUNGSKOSTEN DER BEREICHE CONTI-ROLL UND SCHLEIFEREI.....	114
ABBILDUNG 45: ÜBERBLICK DER AUßERORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN DER SCHLEIFEREI.....	114
ABBILDUNG 46: ÜBERBLICK DER AUßERORDENTLICHEN INSTANDHALTUNGSKOSTEN DER CONTI-ROLL.....	115

2.15 Anhang

2.15.1 Begriffsdefinitionen

Analyse: Zerlegung, Zergliederung eines Ganzen in seine Teile, systematische Untersuchung eines Sachverhalts unter Berücksichtigung seiner Teilaspekte.¹⁵⁴

Außerordentlicher Instandhaltungsbedarf: Er setzt sich aus einer überschaubaren Anzahl von Einzelmaßnahmen zusammen, die lediglich in einem mehrere Planungsperioden umfassenden Zyklus durchgeführt werden.¹⁵⁵

Ausfallkosten: Darunter werden jene Kosten verstanden, die zur Bekämpfung nachteiliger ökonomischer Konsequenzen des Verschleißes im Beschaffungs-, Produktions- und Absatzbereich eines Unternehmens und der Anfall von Erfolgseinbußen, Erlösminderung und Kosten während und nach der Dauer der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen im Produktionsbereich entstehen.¹⁵⁶

Benchmarking: Benchmarking ist eine Methode, bei der sich das Unternehmen mit besten Firmen und Praktiken vergleicht, um sich zu verbessern.¹⁵⁷

Betriebsmittel: Darunter werden allgemein alle Einrichtungen und Anlagen verstanden, die zur Durchführung des betreffenden Leistungsprozesses notwendig

¹⁵⁴ Vgl. BROCKHAUS, F. A.: Der Brockhaus in 15 Bänden, Mannheimer Morgen Großdruckerei und Verlag GmbH, Oldenburg 1997, Band 1, Seite 168

¹⁵⁵ BIEDERMANN H.: Budgetierung von Instandhaltungskosten Seite 9

¹⁵⁶ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 134

¹⁵⁷ Vgl.: GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000, Seite 8

sind. Damit stellen sie die Voraussetzung dar, ohne die der Betriebszweck praktisch nicht erfüllt werden kann.¹⁵⁸

Budget: Andere Bezeichnung für den Haushaltsplan oder den Finanzplan eines Zeitabschnitts.¹⁵⁹

Budgetierung: Prozess der Budgeterstellung.¹⁶⁰

Controlling: Unter Controlling ist ein managementorientiertes, zukunftsgerichtetes Informationssystem zu verstehen, das geeignete Informationen für die Führung, Regelung, Steuerung, Planung und Kontrolle definierter Unternehmensbereiche beinhaltet. Dabei ist nicht nur die Kontrolle im engeren Sinn gemeint, sondern vielmehr die Lenkung, Steuerung und Regelung.¹⁶¹

Direkte Instandhaltungskosten: Sie bewerten den Verbrauch für „Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des jeweils angestrebten Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems“. Dabei umfassen die direkten Instandhaltungskosten Kosten für Personal, Material, Ersatzteile, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe, Energie, Zinsen, Abschreibungen, Miete für Räume und Anlagen sowie für die Inanspruchnahme von Instandhaltungsleistungen fremder Unternehmen.¹⁶²

Formalziel: Es wird auch Wertziel genannt und ist die Abbildung der Wirklichkeit, im Sinne gedanklicher Vorstellungen. Zu vereinbaren ist dabei im wesentlichen

¹⁵⁸ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 2

¹⁵⁹ Vgl.: N.N. Fremdwörterbuch Wirtschaft, Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden 1994, Seite 32

¹⁶⁰ Vgl. N.N. Fremdwörterbuch Wirtschaft, Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden 1994, Seite 33

¹⁶¹ Vgl.: GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000, Seite 11

¹⁶² Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 46 f

das wertmäßige Ergebnis der Unternehmensaktivitäten wie ein bestimmter Gewinn, Rentabilität, Instandhaltungskosten und so weiter. Die Angabe von Formalzielen und das anschließende Streben nach der jeweiligen Zielerreichung eröffnet die Möglichkeit, ein Unternehmen nach quantifizierbaren Größen zu führen.¹⁶³

Das Formalziel beschreibt, **wie** das Ziel sein soll.

Indirekte Instandhaltungskosten: Es werden darunter die aus dem Ausfall von Anlagen resultierenden Kosten verstanden.¹⁶⁴

Zum Beispiel: Kosten für zusätzliche Bereithaltung von Personal und Werkstoffen, Kosten für Zusatzinvestitionen an Betriebsmitteln, Kosten für bereitgestellte Ausweichaufträge, Kosten für Nacharbeitskapazitäten oder Kosten für Reservekapazitäten.

Instandhaltungskosten: Die Instandhaltungskosten sind die Summe aus den direkten und indirekten Instandhaltungskosten.¹⁶⁵

Just in time: Bedeutet, dass sich das Unternehmensprinzip nach Zeitzielen bei Material-, Waren- und Informationsflüssen ausrichtet, und sich mit den Tätigkeiten am realen Bedarf orientiert.¹⁶⁶

Kostenart: Kostenarten sind nach verrechnungstechnischen Erfordernissen aufgegliederte Werteinsätze des Betriebes. Kostenarten können zum Beispiel

¹⁶³ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 34

¹⁶⁴ Vgl. MÄNNEL, W.: Anlagenausfallkosten in: Warnecke, H.-J. (Hrsg.) Handbuch Instandhaltung, Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992 Seite 731

¹⁶⁵ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 689

¹⁶⁶ Vgl.: GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000; Seite 18

nach der Art der Entstehung, der Kostenerfassbarkeit, der Kostenverwendung nach der Abhängigkeit der Kosten vom Beschäftigungsgrad gegliedert werden.¹⁶⁷

Die Kostenarten können in Personalkosten, Stoffkosten, Sachkosten, Kapitalkosten und überbetriebliche Kosten, Steuern und Abgaben gegliedert werden.¹⁶⁸

Kostenstellen: Diese sind Orte der Leistungserstellung oder Verantwortungsbereiche und können nach funktionalen oder räumlichen Gesichtspunkten abgegrenzt werden. Dadurch wird ersichtlich, an welchen Orten oder Stellen gewisse Verbräuche oder Nutzungen getätigt werden.¹⁶⁹

Kostenträger: Diese sind die Verursacher der Kosten in einem Betrieb und entsprechen den erzeugten Leistungen. Denselben Leistungen werden die Kosten gegenübergestellt. Dabei ist zu klären, wofür die Kosten angefallen sind. Die Einzel- und Sonderkosten können den Kostenträgern direkt, die Gemeinkosten mit Hilfe von Zuschlagsätzen indirekt verrechnet werden.¹⁷⁰

Leanmanagement: Ein in Japan entwickeltes Managementkonzept, das auf Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Kostensenkung, Kundenorientierung und hohe Qualitätsstandards ausgerichtet ist. Eine besondere Rolle spielen Teamorganisation, Abbau von Hierarchien Outsourcing und Qualitätsmanagement.¹⁷¹

¹⁶⁷ Vgl.: GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000, Seite 19

¹⁶⁸ Vgl.: OBERHOFER, A. F.: Planung und Kosten, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1985, Seite 171

¹⁶⁹ Vgl. GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000, Seite 20

¹⁷⁰ Vgl. GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000, Seite 20

¹⁷¹ Vgl. BROCKHAUS, F. A.: Der Brockhaus in 15 Bänden, Mannheimer Morgen Großdruckerei und Verlag GmbH, Oldenburg 1997, Band 8, Seite 257 f

Lean Production: : Durch das Leanmanagement eines Unternehmens gesteuerte Art der Produktion von Erzeugnissen, bei der möglichst weit gehende Einsparungen von Arbeitskräften, Kosten und Material angestrebt wird.¹⁷²

Optimierung: Ist ein Teilgebiet der numerischen Mathematik, das sich mit der optimalen Festlegung von Größen, Eigenschaften, zeitlichen Abläufen u.a. eines Systems unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Nebenbedingungen befasst.¹⁷³

Outsourcing: Bezeichnet die Übergabe von Firmenbereichen, die nicht zum Kernbereich gehören, an spezialisierte Dienstleistungsunternehmen.¹⁷⁴

Planung: Sie ist ein rationaler Prozess, der gedanklich und auch rechnerisch mögliche künftige Geschehen vorwegnimmt. Anzustreben ist dabei eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Wirklichkeit und Plan. Da die planende Stelle meist nur unvollkommen über das zu planende System, insbesondere über interne und externe Einflussfaktoren informiert ist, wird diese Übereinstimmung meist nicht vollkommen gegeben sein.¹⁷⁵

Produktionsfaktoren: Folgende Einteilung ist üblich:¹⁷⁶

- Menschliche Arbeitsleistung
- Betriebsmittel
- Werkstoffe
- Dispositive Faktoren wie Verwaltung, Planung und Organisation

¹⁷² Vgl. N.N. Duden, Fremdwörterbuch, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus Ar, Mannheim 1997, Seite 468

¹⁷³ Vgl. N.N. Duden, Fremdwörterbuch, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus Ar, Mannheim 1997, Seite 573

¹⁷⁴ Vgl. N.N. Duden, Fremdwörterbuch, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus Ar, Mannheim 1997, Seite 581

¹⁷⁵ Vgl. OBERHOFER, A. F.: Planung und Kosten, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1985, Seite 1

¹⁷⁶ Vgl. BIEDERMANN, H.: Anlagenmanagement – Managementwerkzeuge zur Rationalisierung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990, Seite 1.

Produktivität: Sie ist eine Messzahl für die wirtschaftliche Effizienz, Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens und stellt das Verhältnis zwischen den Einsatzmengen aller Produktionsfaktoren bzw. Herstellkosten und dem Produktionsergebnis dar.¹⁷⁷

Regression: Untersuchung der Abhängigkeit zweier (oder mehrerer) Zufallsvariablen X, Y eines endlosen Zufallsversuchs mit n Paaren $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots (x_n, y_n)$ von Merkmalswerten (z.B. Körpergröße und Gewicht der Schüler eines Jahrgangs). Die Menge der in ein Koordinatensystem eingezeichneten Wertepaare (x_i, y_i) bildet eine Punktwolke, die im Fall der linearen Abhängigkeit zwischen X und Y durch eine Regressionsgerade angepasst werden kann.¹⁷⁸

Sachziel: Sie beziehen sich auf reale Objekte sowie auf die Aktivitäten des Unternehmensprozesses.¹⁷⁹

Das Sachziel beschreibt, **was** das Ziel sein soll

Strategie: Darunter wird der Entwurf und die Durchführung eines Gesamtkonzeptes, (z. B. Unternehmensstrategie) verstanden.¹⁸⁰

System: Ein System ist eine Gesamtheit von Elementen mit Beziehungen zwischen diesen Elementen und ihren Eigenschaften.¹⁸¹

TPM: Um trotz eines großen Automationsgrades die Anlagen bestmöglich auszulasten, wurde 1969 bis 1971 in Japan dieses Anlagen-Managementsystem entwickelt. TPM strebt das Erreichen von „Nullverlusten“, „Nullfehlern“, „Nullstörungen“ und die Maximierung der Gesamtanlageneffektivität an. Die 5

¹⁷⁷ Vgl. BROCKHAUS, F. A.: Der Brockhaus in 15 Bänden, Mannheimer Morgen Großdruckerei und Verlag GmbH, Oldenburg 1997, Band 11, Seite 198 f

¹⁷⁸ Vgl. BROCKHAUS, F. A.: Der Brockhaus in 15 Bänden, Mannheimer Morgen Großdruckerei und Verlag GmbH, Oldenburg 1997, Band 11, Seite 359

¹⁷⁹ Vgl. WARNECKE, H.-J.: Handbuch Instandhaltung Band 1 Instandhaltungsmanagement, 2. Auflage Verlag TÜV Rheinland, Köln 1992, Seite 34

¹⁸⁰ Vgl. BROCKHAUS, F. A.: Der Brockhaus in 15 Bänden, Mannheimer Morgen Großdruckerei und Verlag GmbH, Oldenburg 1997, Band 13, Seite 364

¹⁸¹ Vgl. ZÜST, R.: Einstieg ins Systems Engineering, Orell Füssli Verlag AG, Zürich 2000

Säulen vom TPM sind die Beseitigung von Schwerpunktsproblemen, autonome Instandhaltung, geplantes Instandhaltungsprogramm, Schulung, Training und Instandhaltungsprävention.¹⁸²

¹⁸² Vgl.: GAMWEGER, J.; HIRSCHENHUBER, M.: Betriebswirtschaftliche Begriffe und Abkürzungen für Techniker, Skriptum Institut WBW Montanuniversität Leoben, Leoben Wintersemester 1999/2000, Seite 30

2.15.2 Diagramme

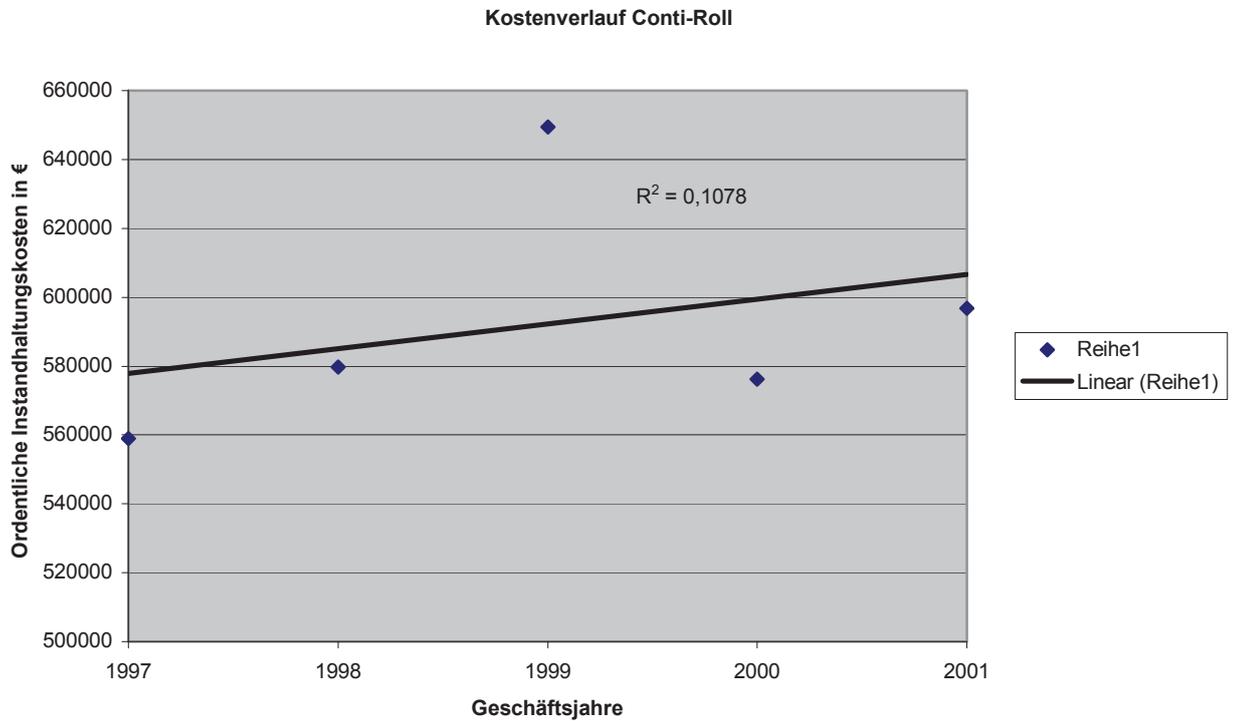


Abbildung 32: Kostenverlauf Conti-Roll

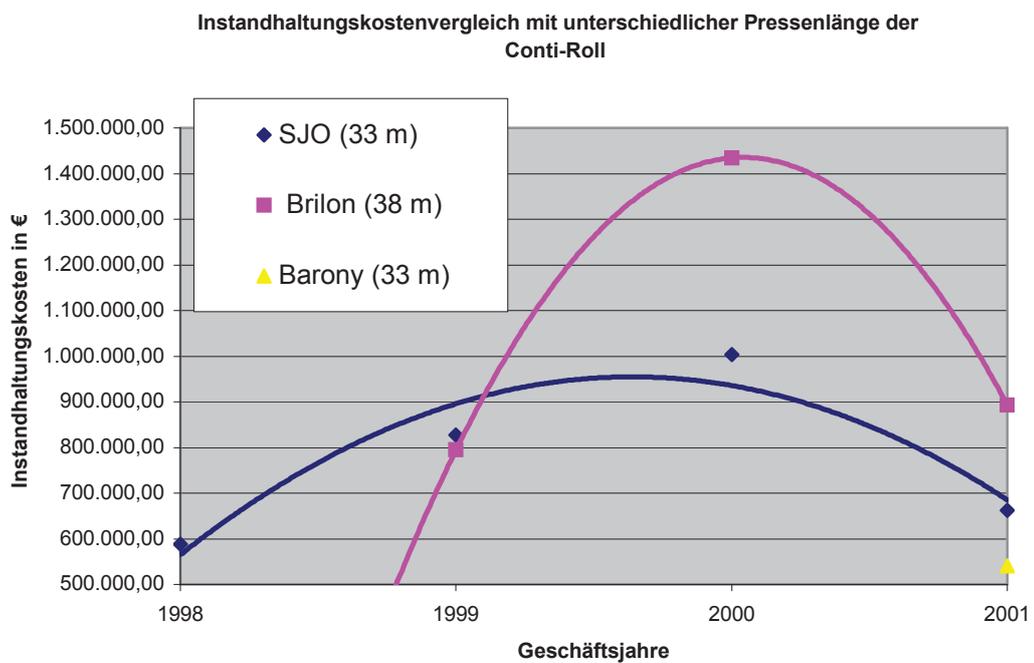


Abbildung 33: Instandhaltungskostenvergleich mit unterschiedlicher Pressenlänge der Conti-Roll

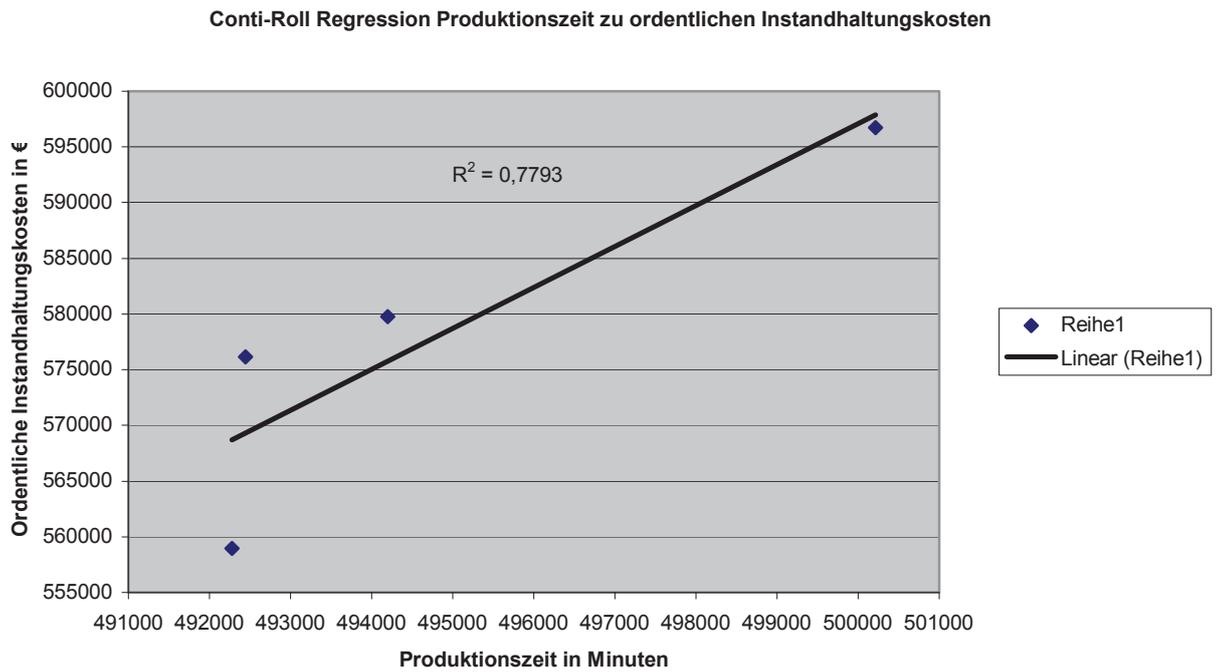


Abbildung 34: Conti-Roll Regression Produktionszeit zu ordentlichen Instandhaltungskosten

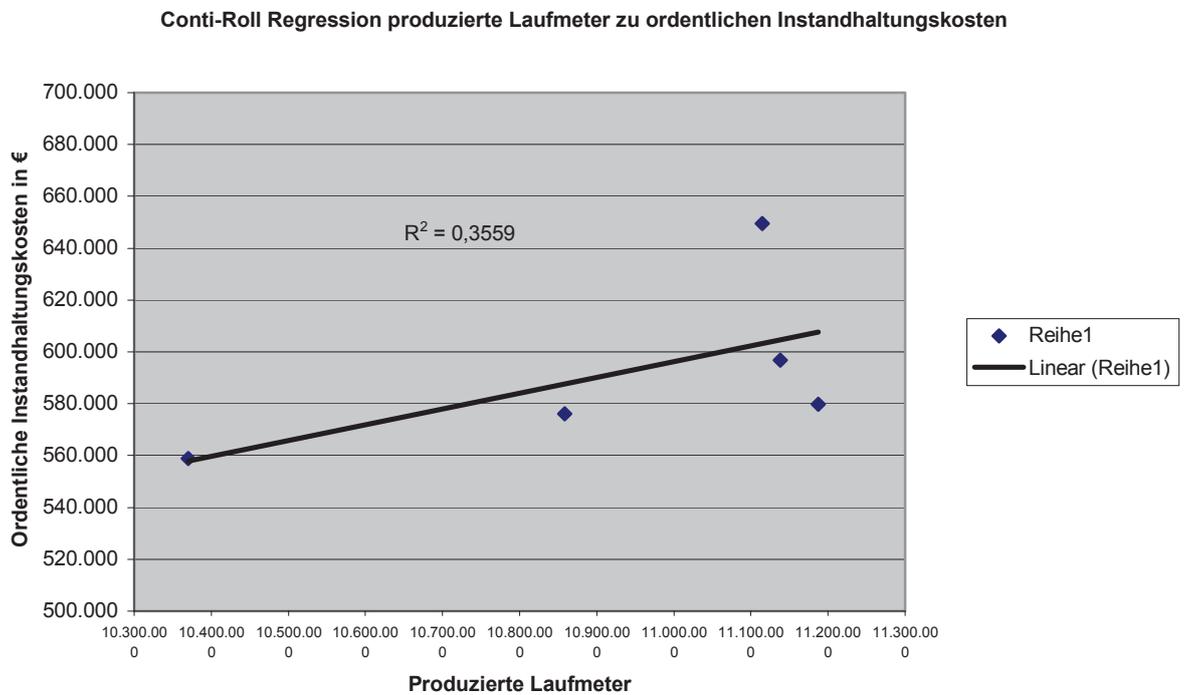


Abbildung 35: Conti-Roll Regression produzierte Laufmeter zu ordentlichen Instandhaltungskosten

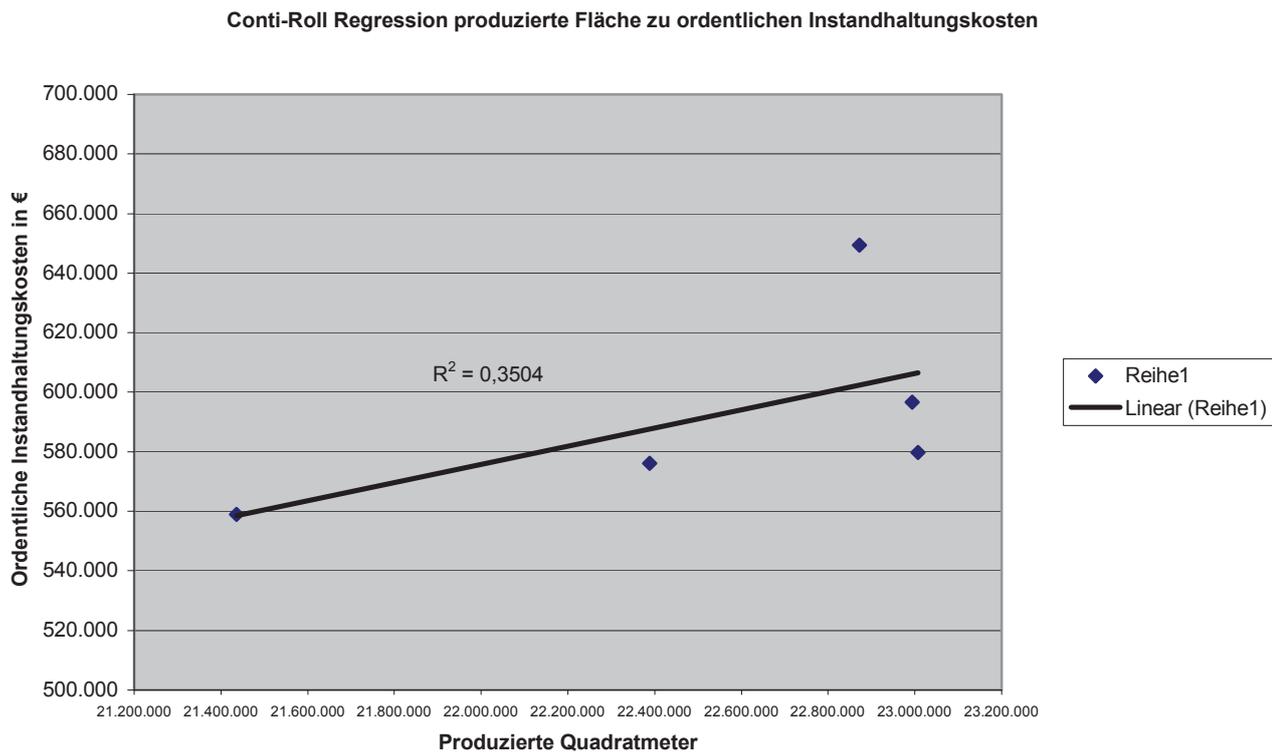


Abbildung 36: Conti-Roll Regression produzierte Fläche zu ordentlichen Instandhaltungskosten

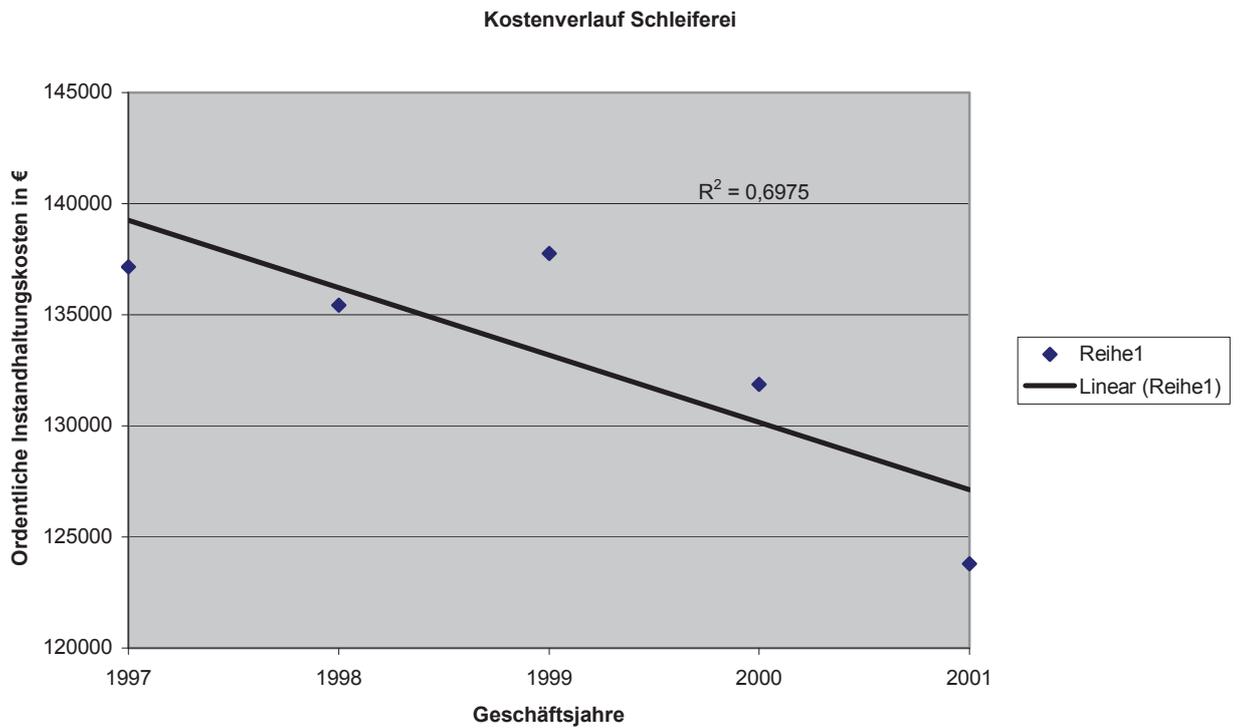


Abbildung 37: Kostenverlauf Schleiferei

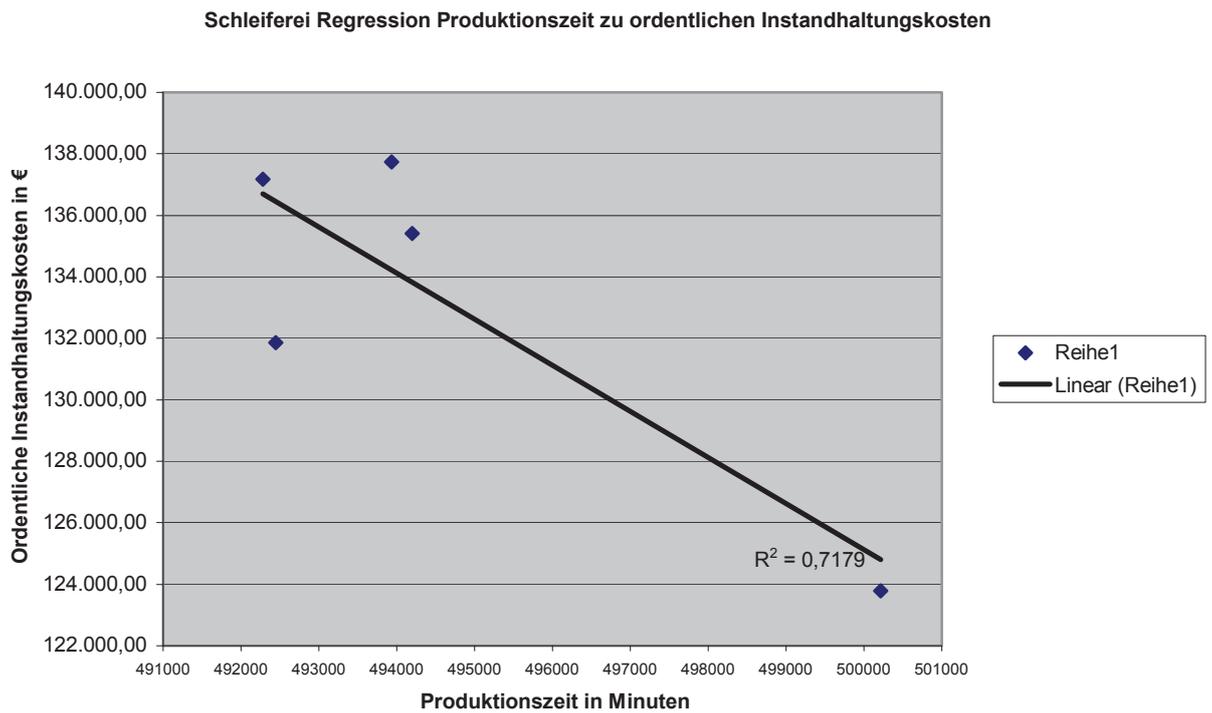


Abbildung 38 Schleiferei Regression Produktionszeit zu ordentlichen Instandhaltungskosten

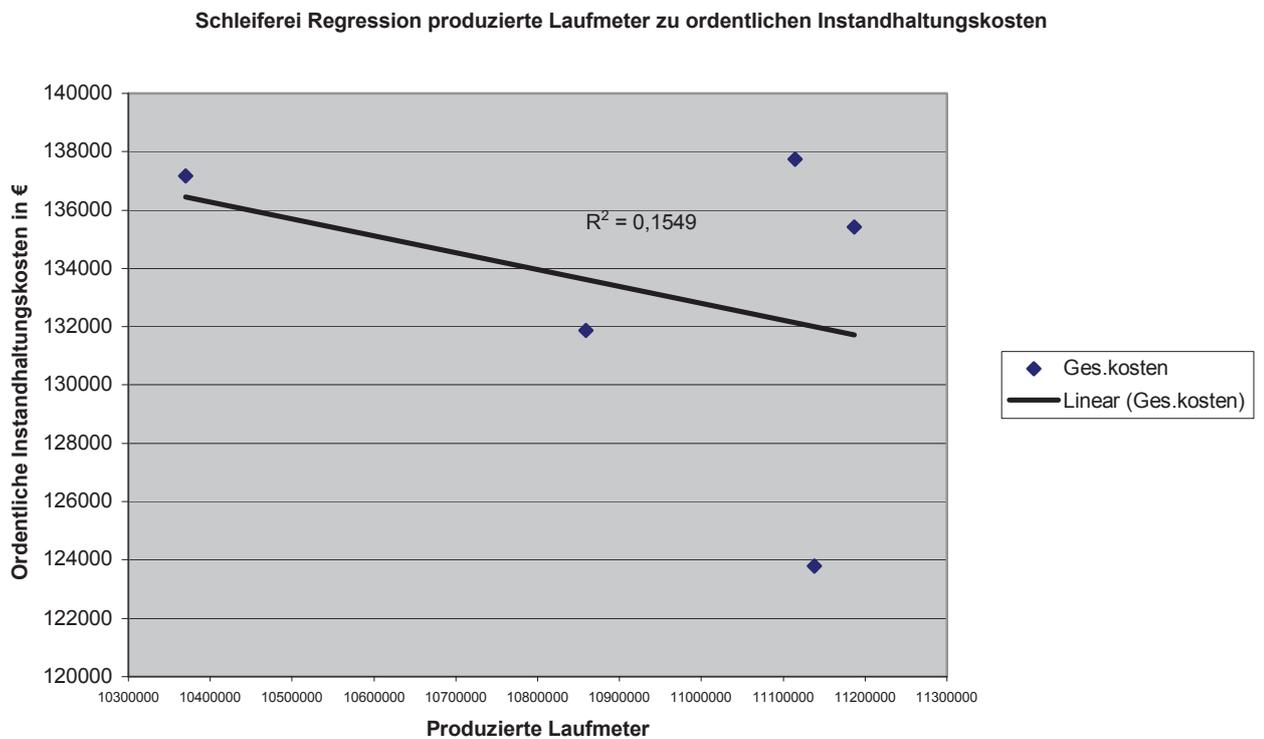


Abbildung 39 Schleiferei Regression produzierte Laufmeter zu ordentlichen Instandhaltungskosten

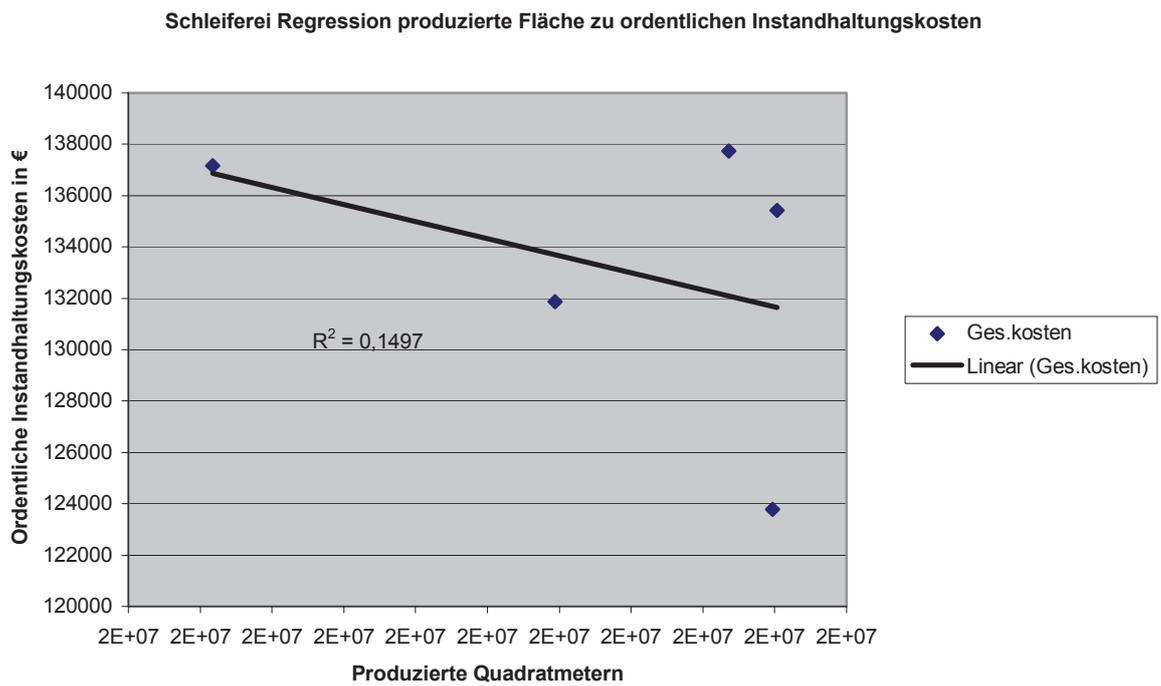


Abbildung 40: Schleiferei Regression produzierte Fläche zu ordentlichen Instandhaltungskosten

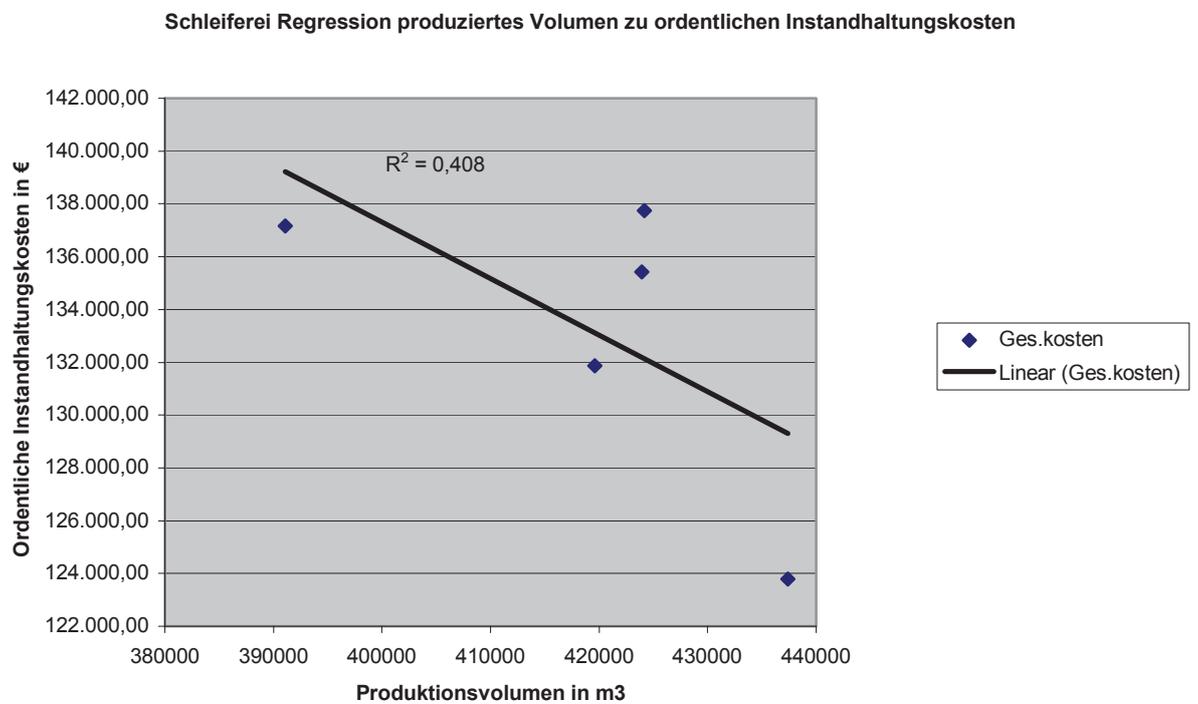


Abbildung 41: Schleiferei Regression produziertes Volumen zu ordentlichen Instandhaltungskosten

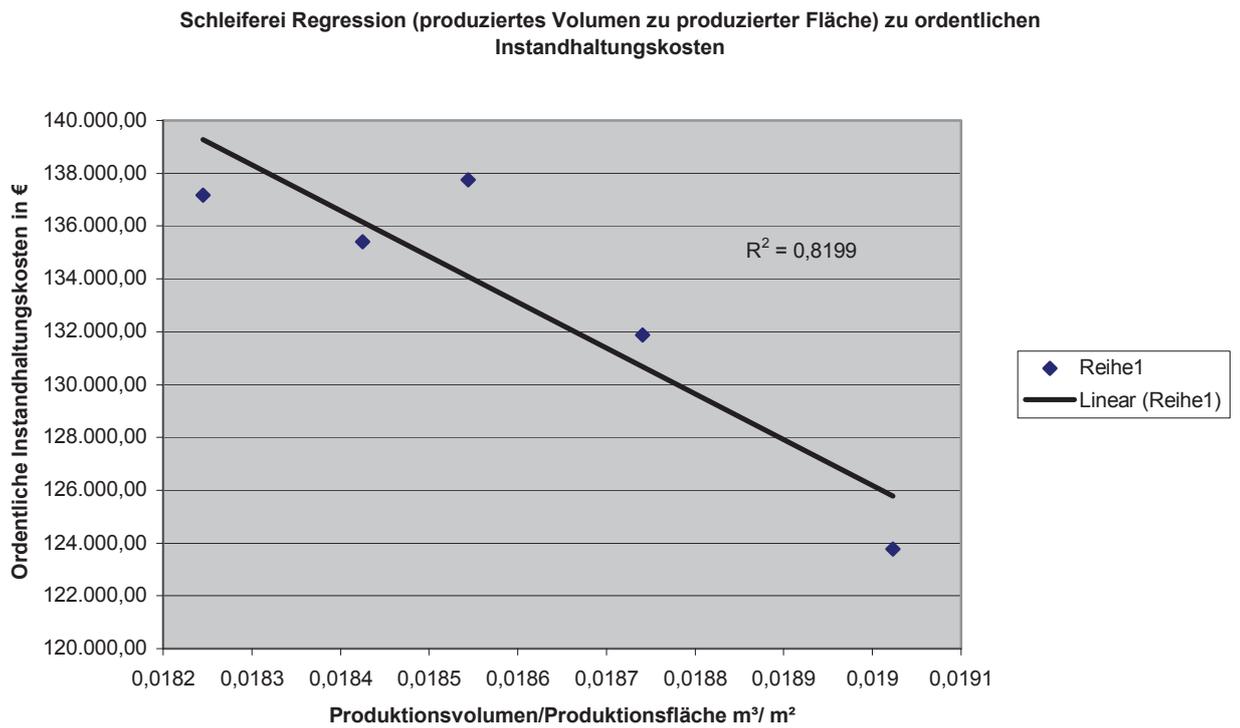


Abbildung 42: Schleiferei Regression (produziertes Volumen zu produzierter Fläche) zu ordentlichen Instandhaltungskosten

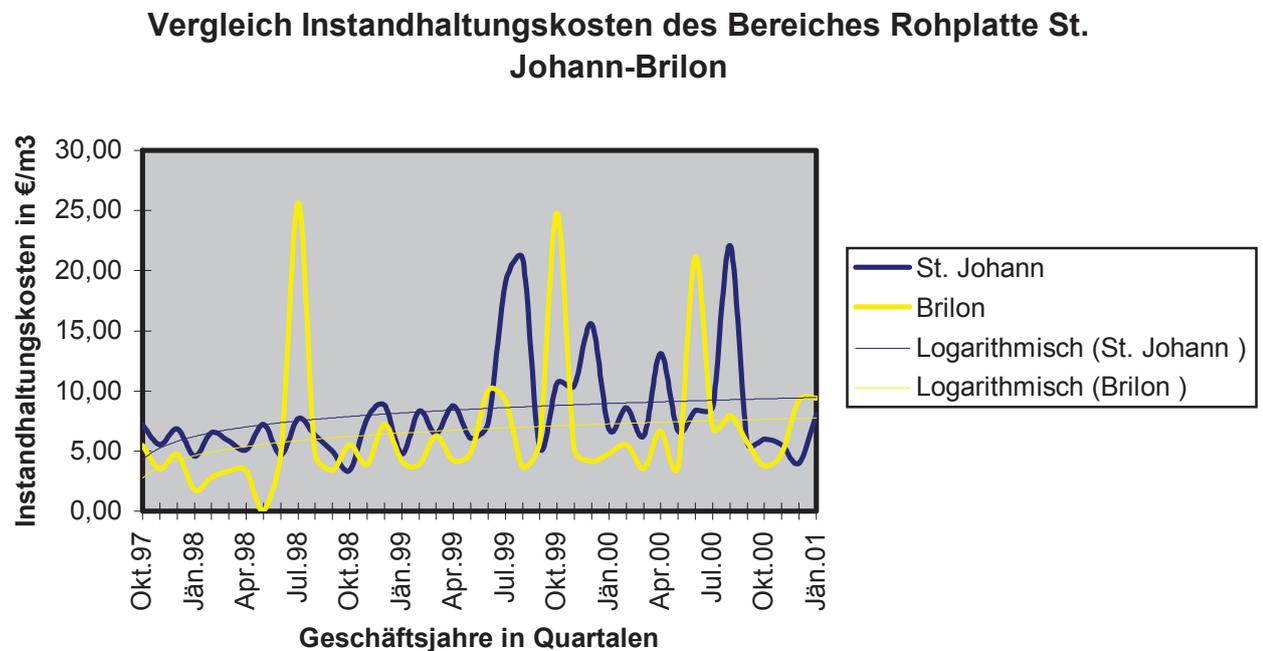


Abbildung 43: Vergleich Instandhaltungskosten des Bereiches Rohplatte St. Johann-Brilon

Vergleich Instandhaltungskosten der Bereiche Conti-Roll und Schleiferei

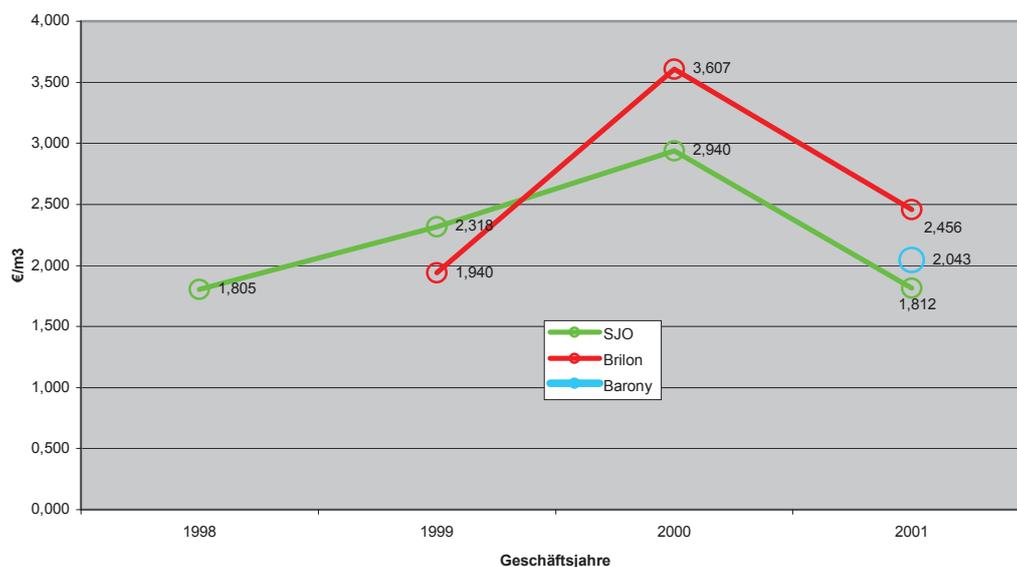


Abbildung 44: Vergleich Instandhaltungskosten der Bereiche Conti-Roll und Schleiferei

Bezeichnung	Haltbarkeit in Jahren	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Linearschlitten	3	6.967,14			6.967,14			6.967,14	
Reparatur Steinemann ₁	4	5.691,55				5.691,55			
Ersatzteil Steinemann ₁	3		18.207,65			18.207,65			18.207,65
Ersatzteil Steinemann ₂	3		10.838,23			10.838,23			10.838,23
Spannwalzen	3		7.454,71			7.454,71			7.454,71
Kontaktwalzen ₁	3		5.519,42			5.519,42			5.519,42
Drehstrommotor	3			7.475,75			7.475,75		
Kontaktwalzen ₂	3			5.985,66			5.985,66		
Schleifschuh ₁	2			4.402,30		4.402,30		4.402,30	
Revision Steinemann	3			3.485,26			3.485,26		
Spann- und Kontaktwalze ₁	3				24.778,93			24.778,93	
Spann- und Kontaktwalze ₂	3				18.290,38			18.290,38	
Rollkette incl. Lagerböcke ₁	3				13.446,28			13.446,28	
Schleifschuh ₂	2				11.099,56		11.099,56		11.099,56
Reparatur Walzen	2				9.149,99		9.149,99		9.149,99
Rollkette incl. Lagerböcke ₂	2				8.328,02		8.328,02		8.328,02
Rollkette incl. Lagerböcke ₃	2				6.968,28		6.968,28		6.968,28
Reparatur Steinemann ₂	2				5.569,56		5.569,56		5.569,56
Kontaktwalzen ₃	3					6.400,37			6.400,37
Geschäftsjahr		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Summe außerordentliche Instandhaltung		14.655,69	42.020,00	21.348,97	97.631,00	52.822,67	58.062,08	60.917,89	89.535,78

Abbildung 45: Überblick der außerordentlichen Instandhaltungskosten der Schleiferei

Bezeichnung	Haltbarkeit in Jahren	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Frequenzumrichter	6	14049,13						14049,13	
Reparatur Schmachtl	5	6540,56					6540,56		
Antriebsriemen	4	22076,14				22076,14			
Ersatzteile Siemens	3	9164,24			9164,24			9164,24	
Bauer Getriebemotor	3	4360,37			4360,37			4360,37	
Getriebemotor	3		8.106,65			8.106,65			8.106,65
Getriebe Umbau Schmachtl	5			94.697,29					94.697,29
Prüz. Stahlwelle	6			34.058,18					
Förderband 2400 mm	5			13.957,54					13.957,54
Montageeinsatz	2			8.792,25		8.792,25		8.792,25	
Stachelscheibe ₁	3			7.925,02			7.925,02		
Drehstrommotor	4			6.443,03				6.443,03	
Wärmeschutzplatte	5			6.199,41					6199,41
Stachelscheibe ₂	3			5.921,38			5.921,38		
Rollenstabelle	5				75.660,97				
MS- Mischer	7				71.876,18				
Stahlbänder	7				148.933,71				
PRALRA Paraffinreinigung	5				17.182,63				
Einlaufbleche	5				13.693,59				
Getriebe	3				13.642,15			13.642,15	
Isolierung	5				13.142,74				
Stahlbänder	7				12.666,87				
Kette ₁	5				11.159,15				
Kette ₂	5				10.848,00				
Kettenrad	3				9.245,41			9.245,41	
Einlaufblech	5				9.150,83				
Isolierarbeiten	5				7.434,17				
Spannwalzen	5				6.591,88				
Pumpe	4				5.798,58				5.798,58
Schaltraum	5					25.202,94			
Reibbelag Auslaufwalze	3					18.391,97			18.391,97
Förderband 2400 mm	5					11.292,65			
DS- Mischer	7					10.790,46			
Getriebe(Presse) ₁	3						90000		
Getriebe (Presse) ₂	3						67562		
Winkeltrieb (Presse	3						18241		
Getriebe (Vorpresse) ₁	3							55146	
Getriebe (Vorpresse) ₂	3							31015	
Geschäftsjahr		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Summe außerordentliche Instandhaltung		56.190,44	8.106,65	177.994,10	427.026,86	82.576,92	189.649,40	124.283,84	147.151,45

Abbildung 46: Überblick der außerordentlichen Instandhaltungskosten der Conti-Roll